

3

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-251331

(P2001-251331A)

(43) 公開日 平成13年9月14日 (2001.9.14)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 4 L 12/44		H 0 4 L 11/00	3 4 0 5 K 0 3 0
12/28		11/20	G 5 K 0 3 3
			9 A 0 0 1

審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全 40 頁)

(21) 出願番号 特願2000-60244(P2000-60244)

(22) 出願日 平成12年3月6日 (2000.3.6)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 嵩田 長生

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 篠宮 知宏

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100075384

弁理士 松本 昂

最終頁に続く

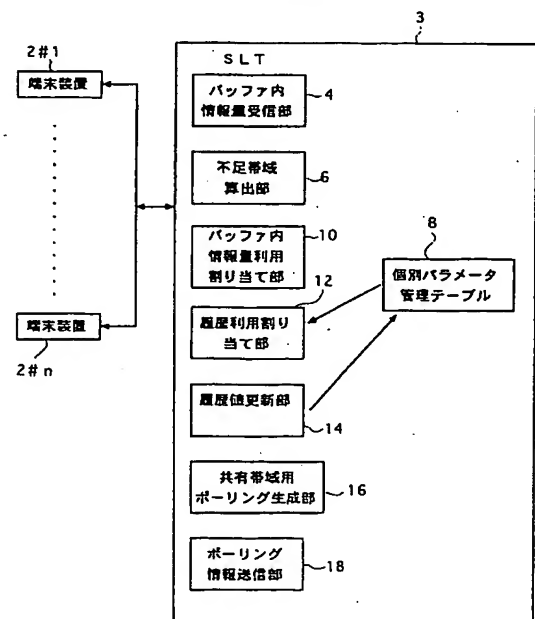
(54) 【発明の名称】 ダイナミック帯域を割り当てる加入者終端装置

(57) 【要約】

【課題】 共有帯域の振動を抑制することのできる S L T を提供する。

【解決手段】 ポーリング情報を複数の端末装置に送信するダイナミック帯域を割り当てる加入者終端装置において、バッファ内情報量を複数の端末装置から受信するバッファ内情報量受信部と、各端末装置の不足帯域を算出する不足帯域算出部と、各端末装置にバッファ内情報量利用分を割り当てるバッファ内情報量利用割り当て部と、各端末装置の各第1履歴値に基づいて、各端末装置に履歴利用分として割り当てる履歴利用割り当て部と、各端末装置にダイナミックに割り当てられた帯域に基づいて、各端末装置についての第1履歴値を更新する履歴値更新部と、各端末装置への各タイムスロットの割り当てを示すポーリング情報を生成する共有帯域用ポーリング生成部と、ポーリング情報を複数の端末装置に送出するポーリング情報送信部とを具備して構成する。

本発明の原理図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の端末装置を端末し、前記各端末装置が情報を送信するためのタイムスロットをダイナミックに割り当てて、前記各端末装置へのタイムスロットの割り当てを指示するポーリング情報を前記複数の端末装置に送信するダイナミック帯域を割り当てる加入者終端装置であって、

前記各端末装置が有する所定のバッファに蓄積された送信されるべき情報量を示すバッファ内情報量を前記複数の端末装置から受信するバッファ内情報量受信部と、前記各端末装置の前記各バッファ内情報量に基づいて、該各バッファ内情報量の情報を前記各端末装置が送信するために必要とされる不足帯域を算出する不足帯域算出部と、

前記各端末装置に過去にダイナミックに割り当てられた帯域に関する各第1履歴値及び前記各バッファ内情報量を記憶する個別パラメータ管理テーブルと、

前記各端末装置についての前記各不足帯域及び前記複数の端末装置にダイナミックに割り当てる帯域の上限値を示す合計共有帯域上限値に基づいて、該各端末装置にバッファ内情報量利用分を割り当てるバッファ内情報量利用割り当て部と、

前記端末装置の全てについての前記バッファ内情報量利用分の合計が前記合計共有帯域上限値よりも小さい場合、前記合計共有帯域上限値と前記バッファ内情報量利用分の合計値との差分である履歴利用帯域を、前記各端末装置の前記各第1履歴値に基づいて、前記各端末装置に履歴利用分として割り当てる履歴利用割り当て部と、

前記各バッファ内情報量利用分及び前記各履歴利用分を含む、前記各端末装置にダイナミックに割り当てられた帯域に基づいて、前記各端末装置についての前記各第1履歴値を更新して、前記個別パラメータ管理テーブルに書き込む履歴値更新部と、

前記各端末装置にダイナミックに割り当てられた、前記各バッファ内情報量利用分及び前記各履歴利用分に基づいて、前記各端末装置への各タイムスロットの割り当てを示す前記ポーリング情報を生成する共有帯域用ポーリング生成部と、

前記ポーリング情報を前記複数の端末装置に送出するポーリング情報送信部と、

を具備したことを特徴とするダイナミック帯域を割り当てる加入者終端装置。

【請求項2】 前記バッファ内情報量利用割り当て部は、前記各不足帯域に比例するように前記バッファ内情報量利用分を割り当てることを特徴とする請求項1記載のダイナミック帯域を割り当てる加入者終端装置。

【請求項3】 前記バッファ内情報量利用割り当て部は、前記端末装置の全てについての前記不足帯域の合計値が合計共有帯域上限値よりも大きい場合、前記不足帯域の合計値が前記合計共有帯域上限値以下となるように

前記各不足帯域を補正して、前記バッファ内情報量利用分を割り当てることを特徴とする請求項1記載のダイナミック帯域を割り当てる加入者終端装置。

【請求項4】 前記不足帯域は、第1所定単位の前記バッファ内情報量と前記複数の端末装置に割り当て可能な帯域の合計である第2所定単位の全体帯域との積を前記各端末装置に帯域の割り当てを行う帯域更新周期相当の前記第1所定単位の帯域更新単位数で除算した値であることを特徴とする請求項1記載のダイナミック帯域を割り当てる加入者終端装置。

【請求項5】 前記履歴利用割り当て部は、前記個別パラメータ管理テーブルに記憶されている前記各端末装置の前記第1履歴値に比例するように前記履歴利用帯域から前記履歴利用分を割り当て、前記履歴値更新部は、前記バッファ内情報量利用分の帯域及び前記履歴利用分を含む、前記各端末装置に今回ダイナミックに割り当てられた帯域に対する第1加重値及び前記第1履歴値に対する第2加重値により、前記今回ダイナミックに割り当てられた帯域と前記第1履歴値との加重平均値を前記第1履歴値として更新することを特徴とする請求項1記載のダイナミック帯域を割り当てる加入者終端装置。

【請求項6】 前記履歴値更新部は、前記バッファ内情報量利用分及び前記履歴利用分を含む、前記各端末装置に今回ダイナミックに割り当てられた帯域を前記第1履歴値として更新することを特徴とする請求項1記載のダイナミック帯域を割り当てる加入者終端装置。

【請求項7】 前記バッファ内情報量利用割り当て部は、前記端末装置の全てについての前記不足帯域の合計値が前記合計共有帯域上限値よりも大きい場合、前記合計共有帯域上限値を前記不足帯域の合計値で除算して得られる係数を前記各不足帯域に掛けて、該係数の掛けられた前記各不足帯域を前記各端末装置に前記バッファ内情報量利用分として割り当てることを特徴とする請求項1記載のダイナミック帯域を割り当てる加入者終端装置。

【請求項8】 前記全体帯域、前記帯域更新単位数及び前記合計共有帯域上限値を記憶する共通パラメータ管理テーブルを更に具備したことを特徴とする請求項4記載のダイナミック帯域を割り当てる加入者終端装置。

【請求項9】 前記個別パラメータ管理テーブルには、前記各端末装置の個別共有帯域上限値が記憶されており、前記各端末装置にダイナミックに割り当てられる帯域が前記個別共有帯域上限値を越えないように制限する個別共有帯域制限部を更に具備したことを特徴とする請求項1記載のダイナミック帯域を割り当てる加入者終端装置。

【請求項10】 前記不足帯域算出部により算出された前記各不足帯域が第1閾値よりも大きく且つ第2閾値よりも小さい場合に、該各不足帯域を前記第2閾値に切り上げる閾値処理部を更に具備したことを特徴とする請求

項 1 記載のダイナミック帯域を割り当てる加入者終端装置。

【請求項 11】 前記個別パラメータ管理テーブルには、前記各端末装置毎に前記第 1 閾値及び第 2 閾値が記憶されていることを特徴とする請求項 10 記載のダイナミック帯域を割り当てる加入者終端装置。

【請求項 12】 前記バッファ内情報量利用割り当て部は、前記不足帯域の合計値が前記合計共有帯域上限値よりも小さい場合に、前記各不足帯域に 1 よりも大きな係数を掛けて各不足帯域を増加させ、前記バッファ内情報量利用分を増やすことを特徴とする請求項 1 記載のダイナミック帯域を割り当てる加入者終端装置。

【請求項 13】  $C_{MAX}$  を 1 よりも大きな実数とするとき、前記係数は、 $(\text{前記合計共有帯域上限値} / (\text{前記不足帯域の合計値} + \text{前記合計共有帯域上限値} / C_{MAX}))$  と 1 との大きな方の値であることを特徴とする請求項 12 記載のダイナミック帯域を割り当てる加入者終端装置。

【請求項 14】 前記バッファ内情報量利用割り当て部は、前記各不足帯域に前記合計共有帯域上限値を前記不足帯域の合計値で除算して得られる値よりも小さい第 1 係数を掛けて、該第 1 係数の掛け合わされた不足帯域をバッファ内情報量利用分として算出することを特徴とする請求項 1 記載のダイナミック帯域を割り当てる加入者終端装置。

【請求項 15】  $C_{MAX}$  を 1 よりも大きな実数、 $MAX\_RATIO$  を 0 よりも大きく 1 よりも小さい実数とするとき、前記第 1 係数は、 $(\text{前記合計共有帯域上限値} / (\text{前記不足帯域の合計値} / MAX\_RATIO + \text{前記合計共有帯域上限値} / C_{MAX}))$  であることを特徴とする請求項 14 記載のダイナミック帯域を割り当てる加入者終端装置。

【請求項 16】 前記個別パラメータ管理テーブルには、前記各端末装置の最低保証帯域が記憶されており、前記不足帯域の合計値が前記合計共有帯域上限値を越える場合、前記合計共有帯域上限値に 1 よりも小さい第 1 係数を掛けた帯域を最低保証帯域分とし、前記各端末装置の最低保証帯域に基いて、前記最低保証帯域分から前記各端末装置に最低保証分を割り当てる最低帯域保証部を更に具備し、前記バッファ内情報量利用割り当て部は、前記不足帯域の合計値が前記合計共有帯域上限値よりも大きい場合、前記各不足帯域に  $(\text{前記合計共有帯域上限値} / \text{前記不足帯域の合計値}) \times (1 - \text{前記第 1 係数})$  よりも小さい第 2 係数を掛けて、該第 2 係数の掛け合わされた不足帯域をバッファ内情報量利用分として算出し、前記履歴利用割り当て部は、前記各端末装置に割り当てられた前記最低保証分と前記バッファ内情報量利用分との合計が前記合計共有帯域上限値よりも小さい場合、前記合計共有帯域上限値と  $(\text{前記バッファ内情報量利用分} + \text{前記最低保証分})$  の和の前記端末装置について

の合計) との差分である履歴利用帯域を、前記各端末装置の前記各第 1 履歴値に基いて、前記各端末装置に履歴利用分として割り当てることを特徴とする請求項 1 記載のダイナミック帯域を割り当てる加入者終端装置。

【請求項 17】  $C_{MAX}$  を 1 よりも大きな実数、 $MAX\_RATIO$  を 0 よりも大きく 1 よりも小さい実数とするとき、前記第 2 係数は、 $(1 - \text{前記第 1 係数}) \times (\text{前記合計共有帯域上限値} / (\text{前記不足帯域の合計値} / MAX\_RATIO + \text{前記合計共有帯域上限値} / C_{MAX}))$  との積であることを特徴とする請求項 16 記載のダイナミック帯域を割り当てる加入者終端装置。

【請求項 18】 前記第 1 係数は、 $(1 - \text{前記合計共有帯域上限値} / \text{前記不足帯域の合計値})$  であることを特徴とする請求項 16 記載のダイナミック帯域を割り当てる加入者終端装置。

【請求項 19】 前記個別パラメータ管理テーブルには、前記各端末装置に対して過去にダイナミックに割り当てられた帯域に関する各第 2 履歴値が更に記憶されており、前記各端末装置の前記各最低保証帯域に比べて前記各第 2 履歴値が大きい又は小さい場合に、逆に前記最低保証帯域が小さく又は大きくなるように最低保証帯域を補正して、補正帯域を算出する最低保証帯域補正部と、前記個別パラメータ管理テーブルに記憶された前記第 2 履歴値及び今回ダイナミックに割り当てられた帯域に基いて、前記第 2 履歴値を更新する第 2 履歴値更新部とを更に具備し、前記最低帯域保証部は前記最低保証帯域補正部により補正された前記最低保証帯域に基いて前記最低保証帯域分を割り当てることを特徴とする請求項 16 記載のダイナミック帯域を割り当てる加入者終端装置。

【請求項 20】 前記第 1 履歴値は、今回ダイナミックに割り当てられた帯域に対する第 1 加重値及び前記第 1 履歴値に対する第 2 加重値による、前記今回ダイナミックに割り当てられた帯域と前記第 1 履歴値との加重平均値であり、前記第 2 履歴値は、前記今回ダイナミックに割り当てられた帯域に対する第 3 加重値及び前記第 2 履歴値に対する第 4 加重値による、前記今回ダイナミックに割り当てられた帯域と前記第 2 履歴値との加重平均値であり、前記第 2 加重値 / 前記第 1 加重値 < 前記第 4 加重値 / 前記第 3 加重値であることを特徴とする請求項 19 記載のダイナミック帯域を割り当てる加入者終端装置。

【請求項 21】 前記個別パラメータ管理テーブルには、前記各端末装置毎に前記最低保証帯域の変動許容率 (単位%) が記憶され、前記最低保証帯域補正部は、前記各端末装置について、補正帯域 =  $(\text{前記最低保証帯域} - (\text{前記第 2 履歴値} - \text{前記最低保証帯域}))$  を算出し、 $\text{前記補正帯域} > \text{最低保証帯域} \times (100 + \text{変動率} / 100)$  ならば、 $\text{補正帯域} = \text{最低保証帯域} \times (100 + \text{変動率} / 100)$  とし、 $\text{前記補正帯域} < \text{前記最低保証帯域} \times$

5

(100-変動率/100)ならば、前記補正帯域=前記最低保証帯域×(100-変動率/100)とする請求項19記載の加入者終端装置。

【請求項22】 前記最低帯域保証部は、前記各端末装置の前記不足帯域と前記最低帯域補正部により補正された前記補正帯域の小さい方の値に従って、前記最低帯域分を比例配分して、前記最低保証分を算出することを特徴とする請求項21記載のダイナミック帯域を割り当てる加入者終端装置。

【請求項23】 前記履歴値更新部は、今回ダイナミックに割り当てられた帯域に対する第1加重値、前記第1履歴値に対する第2加重値及び前記個別帯域上限値に対する第3加重値に基いて、前記今回ダイナミックに割り当てられた帯域と前記第1履歴値と前記個別帯域上限値との加重平均値を算出して、前記第1履歴値を更新することを特徴とする請求項9記載のダイナミック帯域を割り当てる加入者終端装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、加入者終端装置に関し、特に、端末装置への帯域のダイナミックな割り当てに関する。

【0002】

【従来の技術】多種多様なマルチメディアサービス（音声、映像、データ）を固定長のセルに分割して、統合的な処理を可能とするATM(Asynchronous Transfer Mode: 非同期転送モード)技術と、光伝送設備を複数ユーザで共有することによりシステムの低価格化を図るPON(Passive Optical Network: 光分岐ネットワーク)技術の両方の特徴を生かしたアクセス系通信システムが、ATM-PONである。ATM-PONでは、電話局等に設置される加入者終端装置（以下、SLT）、ビルや家庭に設置される複数の端末装置（以下、ONU(Optical Network Unit)）、ATM交換機等により構成される。SLTと複数のONUとは、光ファイバを通して、受動素子であるスターカブラと呼ばれるスプリッタにより接続される。

【0003】SLTからONUに向かう方向を下り方向、ONUからSLTに向かう方向を上り方向と呼ぶ。情報はATMセル内に収容され、光伝送路上のPON上での通信に必要な付加バイトを付けたセルの単位で転送される。SLTから複数のONUへの下り情報は、ATMセルの連続信号により伝達され、各ONUが自分宛ての情報を受け取るにより通信を行う。ONUからSLTへの上り信号は、衝突を回避するために各ONUがSLTにより情報送信許可が得られたタイムスロットにATMセルをセットして転送することにより、通信が行われる。上り信号の各タイムスロットは、SLTが下り信号に特定のONUに送信権を付与するボーリング信号を転送することにより、特定のONUに割り当てられる。

6

【0004】ATM-PONにおいて、ボーリングは、下りフレーム（例えば、56セル）の特定の位置にPLOAMセルと呼ばれるボーリング用のセルを用意し、このPLOAMセルに送信権を与えるONUを特定する識別子等を設定して、複数のONUに下り信号を送信することにより行われる。

【0005】従来、ボーリングは固定的に割り当てられていた。つまり、各ONUに割り当てられる帯域は固定であった。しかし、この方法では、データトラヒックのように、トラヒックが不定期にバースト的に発生する場合にうまく対応することができない。ボーリングを情報発生ピークレート付近に設定すれば、バーストが発生しても全て情報を伝送することができる。しかしながら、この方法では、バーストが少ないときのボーリングは全て無駄になるため、伝送帯域が有効に生かせない。そこで、ボーリングを情報発生平均値近くに設定すると、情報発生間隔の揺らぎを吸収して輻輳を回避するために、非常に奥行き深いバッファメモリを必要とする。そこで、伝送量がダイナミックに変化するシステムで、帯域の割り当てを効率よく行うことができるダイナミック割り当て方式（特開平10-242981号公報）が発明された。この方式を従来方式と呼ぶ。

【0006】この従来方式では、SLTが、各ONUに、該ONUが有するバッファ内に蓄積された情報量（以下、バッファ内情報量）を上り信号内のバッファ内情報量を通知するように、下りPLOAMセルを用いて指示する。ONUは、下りPLOAMセルに従って、バッファ内情報量を抽出してボーリング要求を生成し、上り情報と多重化してSTLに向けて転送する。SLTは、伝送路を介して送られてくるONUからのボーリング要求からバッファ内情報量を抽出する。そして、最初に各ONUに固定的に割り当てられた固定帯域分のボーリングを割り当てた後、空きタイムスロットに後述する共有帯域用ボーリングを割り当てる。ボーリング情報は、下り情報と多重化されたONUに転送される。

【0007】共有帯域用ボーリングの割り当ての手順を簡単に説明する。最初に、バッファ内情報量が閾値=0以上の全てのONUに対するボーリングを1つずつ割り当てる。次に、バッファ内上を情報量が閾値=1以上の全てのONUに対してボーリングを1つずつ割り当てる。以降、閾値を1ずつ増やし同様の手法でボーリングを割り当てる。閾値が大きくなり、ボーリング対象のONUが無くなった場合は、閾値を0に戻して最初からスタートする。上記処理の結果、各ONUに割り当てられる共有帯域用ボーリング数は、バッファ内情報量+1に比例する。例えば、ONU1がバッファ内情報量が50、ONU2のバッファ内情報量が300、全体の共有帯域が1000の場合、ONU1の共有帯域は143(=1000×51/352)、ONU2の共有帯域は857(=1000×301/352)となる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来方式には、3つの問題があった。

【0009】(1) 各ONUへの割り当て帯域が時間的に大きく振動する。

【0010】SLTは最新のバッファ内情報量+1に比例した数の帯域を割り当てるので、バッファ内情報量が少ないONUには殆ど帯域が割り当てられない。ところが、バッファ内情報量が少ないONUは通信を行っていないのではなく、SLTから割り当てられた帯域が実際の通信量よりも大きいのである。よって、バッファ内情報量が少ないONUは、SLTからポーリングが来なくなる結果、バッファ内情報量が急激に増大する。すると、SLTは、このONUに十分多くの帯域を割り当てるので、バッファ内情報量は急激に減少する。この動作が帯域更新周期毎に繰り返される結果、ONUへの割り当て帯域が大きく振動してしまう。

【0011】図55は、シミュレーションによる従来方式のポーリング割り当て結果を示す図である。シミュレーションにおいて、全体帯域を全て共有帯域とし、ONUがONU0~ONU4の5台、全体の共有帯域が3792としている。図55に示すように、各ONUへの割り当て帯域が時間的に大きく振動していることが分かる。

【0012】割り当て帯域の振動により、情報の到着時刻に揺らぎと遅延が発生する。このようなトラヒックは、伝送経路上に小容量バッファがあると、そこで情報が溢れて品質が劣化する他、バッファや伝送路を共有する他のコネクションの品質を劣化させる原因になる。よって、SLTは、ネットワークに転送する前に振動を吸収するために大容量バッファ等を用意しなければならず、大きなコストがかかる。また、振動により発生した揺らぎと遅延は、音声や動画などの実時間サービスの品質を大きく劣化させる。ONUへの割り当て帯域が大きく振動する問題は、バッファ内情報量から必要な帯域を計算せずに単純にバッファ内情報量に比例する帯域を割り当てていたことに原因がある。

【0013】(2) ONU間の公平が保てない。

【0014】インターネットなどに使用されるTCP/IPにおいては、データトラヒックには、上位のTCPプロトコルでユーザ端末装置間(パソコン、ワークステーションなど)でフロー制御を行うトラヒックと、上位のUDPプロトコルで一切のフロー制御を行わないUDPトラヒックがある。TCPトラヒックでは、ユーザ端末装置間のフロー制御でデータ送信が制御される結果、ONUのバッファ内情報量は短い状態で安定し長くない。しかし、UDPトラヒックは、フロー制御が無いので通信が始まると急激にバッファ内情報量が増大する。よって、従来方式で、TCPトラヒックのみを収容したONUとUDPトラヒックのみを収容したONUが

混在した場合、UDPトラヒックを収容したONUに多くの帯域が割り当てられて、TCPトラヒックのみを収容したONUに殆ど帯域が割り当てられなくなり、ONU間の公平性が保てなくなる。

【0015】(3) 最低帯域を意識ではない。

【0016】ATMでは、QoS(Quality of Service)の観点より、サービスクラスをABRサービス、GFRサービス等に分類している。GFRサービスなどのように共有帯域内に最低帯域が設定されているサービスを収容する場合には、最低帯域を意識して各ONUに共有帯域を割り当てることが必要だが、従来方式では、それが不可能であった。

【0017】よって、本発明の目的は、共有帯域の振動現象を抑制することのできるSLTを提供することである。

【0018】本発明の他の目的は、ONU間の公平性を保つことのできるSLTを提供することである。

【0019】本発明の更に他の目的は、最低帯域を意識した共有帯域割り当てができるSLTを提供することである。

【0020】

【課題を解決するための手段】本発明の一つの側面によれば、複数の端末装置を終端し、前記端末装置が情報を送信するためのタイムスロットをダイナミックに割り当てて、前記端末装置へのタイムスロットの割り当てを指示するポーリング情報を前記複数の端末装置に送信するダイナミック帯域を割り当てるSLTであって、前記各端末装置が有する所定のバッファに蓄積された送信されるべき情報量を示すバッファ内情報量を前記複数の端末装置から受信するバッファ内情報量受信部と、前記各端末装置の前記各バッファ内情報量に基づいて、該各バッファ内情報量の情報を前記各端末装置が送信するために必要とされる不足帯域を算出する不足帯域算出部と、前記各端末装置に過去にダイナミックに割り当てられた帯域に関する各第1履歴値及び前記各バッファ内情報量を記憶する個別パラメータ管理テーブルと、前記各端末装置についての前記各不足帯域及び前記複数の端末装置にダイナミックに割り当てる帯域の上限値を示す合計共有帯域上限値に基づいて、該各端末装置にバッファ内情報量利用分を割り当てるバッファ内情報量利用割り当て部と、前記端末装置の全てについての前記バッファ内情報量利用分の合計が前記合計共有帯域上限値よりも小さい場合、前記合計共有帯域上限値と前記バッファ内情報量利用分の合計値との差分である履歴利用帯域を、前記各端末装置の前記各第1履歴値に基づいて、前記各端末装置に履歴利用分として割り当てる履歴利用割り当て部と、前記各バッファ内情報量利用分の帯域及び前記各履歴利用分を含む、前記各端末装置にダイナミックに割り当てられた帯域に基づいて、前記各端末装置についての前記第1履歴値を更新して、前記個別パラメータ管理テーブル

に書き込む履歴値更新部と、前記端末装置にダイナミックに割当てられた、前記バッファ内情報量利用分及び前記履歴利用分に基いて、前記各端末装置への各タイムスロットの割り当てを示すポーリング情報を生成する共有帯域用ポーリング生成部と、前記ポーリング情報を前記複数の端末装置に送出するポーリング情報送信部とを具備したことを特徴とするダイナミック帯域を割り当てるSLTが提供される。

【0021】好ましくは、前記バッファ内情報量利用割り当て部は、前記不足帯域の合計値が前記合計共有帯域上限値よりも小さい場合に、前記各不足帯域に1よりも大きな係数を掛けて各不足帯域を増加させ、前記バッファ内情報量利用分を増やすようにする。

【0022】更に、好ましくは、前記個別パラメータ管理テーブルには、前記各端末装置の最低保証帯域が記憶されており、前記不足帯域の合計値が前記合計共有帯域上限値を越える場合、前記合計共有帯域上限値に1よりも小さい第1係数を掛けた帯域を最低保証帯域分とし、前記各端末装置の最低保証帯域に基いて、前記最低保証帯域分から前記各端末装置に最低保証分を割り当てる最低帯域保証部を更に具備し、前記バッファ内情報量利用割り当て部は、前記不足帯域の合計値が前記合計共有帯域上限値よりも大きい場合、前記各不足帯域に（前記合計共有帯域上限値／前記不足帯域の合計値）×（1－前記第1係数）よりも小さい第2係数を掛けて、該第2係数の掛け合わされた不足帯域をバッファ内情報量利用分として算出し、前記履歴利用割り当て部は、前記各端末装置に割り当てられた前記最低保証分と前記バッファ内情報量利用分との合計が前記合計共有帯域上限値よりも小さい場合、前記合計共有帯域上限値と（前記バッファ内情報量利用分と前記最低保証分との和の前記端末装置についての合計）との差分である履歴利用帯域を、前記各端末装置の前記各第1履歴値に基いて、前記各端末装置に履歴利用分として割り当てるようにする。

【0023】

【発明の実施の形態】本発明の実施形態を説明する前に本発明の原理を説明する。図1は本発明の原理図である。図1に示すようにSLT3は、複数の端末装置2# $i$  ( $i=1\sim n$ )を終端して、バッファ内情報量受信部4、不足帯域算出部6、個別パラメータ管理テーブル8、バッファ内情報量利用割り当て部10、履歴利用割り当て部12、履歴値更新部14、共有帯域用ポーリング生成部16及びポーリング情報送信部18を具備する。

【0024】各端末装置2# $i$  ( $i=1\sim n$ )は、情報を蓄積するための所定のバッファを有し、このバッファに蓄積された情報の情報量を示すバッファ内情報量をSLT3に送信する。バッファ内情報量受信部4は、各端末装置2# $i$  ( $i=1\sim n$ )よりバッファ内情報量を受信して、個別パラメータ管理テーブル8に書き込む。不

足帯域算出部6は、各バッファ内情報量に基づいて、各バッファ内情報量を示す情報を各端末装置2# $i$  ( $i=1\sim n$ )に送信するために必要とされる不足帯域を算出する。

【0025】バッファ内情報量利用割り当て部10は、各端末装置2# $i$  ( $i=1\sim n$ )についての各不足帯域及び複数の端末装置2# $i$  ( $i=1\sim n$ )にダイナミックに割り当てる帯域の上限値を示す合計共有帯域上限値に基いて、例えば、各不足帯域に比例するように、各端末装置2# $i$  ( $i=1\sim n$ )にバッファ内情報量利用分を割り当てる。履歴利用割り当て部12は、各端末装置2# $i$  ( $i=1\sim n$ )についてのバッファ内情報量利用分の合計値が合計共有帯域合計値よりも小さいときは、合計共有帯域上限値とバッファ内情報量利用分の合計との差分である履歴利用帯域を、各端末装置2# $i$  ( $i=1\sim n$ )の各第1履歴値に比例するように、各端末装置2# $i$  ( $i=1\sim n$ )に履歴利用分として割り当てる。このとき、過去に各端末装置2# $i$  ( $i=1\sim n$ )にダイナミックに割り当てた帯域を考慮して、履歴利用分を割り当てるので、各端末装置2# $i$  ( $i=1\sim n$ )のバッファ内情報量が急激に変動しても、各端末装置2# $i$  ( $i=1\sim n$ )にダイナミックに割り当てる帯域（不足帯域分＋履歴利用分）の変動を抑制することができる。

【0026】履歴値更新部14は、各端末装置2# $i$  ( $i=1\sim n$ )に今回ダイナミックに割り当てられた各バッファ内情報量利用分と各履歴利用分との和の帯域に従って、第1履歴値を更新して、個別パラメータ管理テーブル8に書き込む。共有帯域用ポーリング生成部16は、各端末装置2# $i$  ( $i=1\sim n$ )に割り当てられた各バッファ内情報量利用分及び各履歴利用分に従って、各端末装置2# $i$  ( $i=1\sim n$ )へのタイムスロットの割り当てを示すポーリング情報を生成する。ポーリング情報生成部18は、ポーリング情報を複数の端末装置2# $i$  ( $i=1\sim n$ )に送出する。各端末装置2# $i$  ( $i=1\sim n$ )は、ポーリング情報により自身に割り当てられたタイムスロットに所定のバッファに蓄積された情報を挿入して、送信する。

【0027】図2は、本発明の実施形態で使用するネットワークの構成図である。図2に示すように、ネットワークは、複数のSLT20、ATM交換機22、複数のONU26及び複数のWS24、複数の電話端末(TEL)28等のユーザ端末から構成される。SLT20は、ONU26# $ij$  ( $i=1, 2, j=1, 2, \dots$ )群を収容して、他のSLT20やATM交換機22とインタフェースする。SLT20は、各ポートに複数のONU26# $ij$  ( $j=1\sim n$ )を収容する。SLT20と複数のONU26# $ij$  ( $j=1, 2, \dots$ )との間は、信号を送受信するために、光ファイバ25# $i, 27$ # $i$ を通して、スプリッタ23# $i$ により接続される。

【0028】各ONU26# $ij$  ( $i=1, 2, j=$

1, 2...) は、WS 24、TEL 28や図示しないパソコン等のユーザ端末を1台もしくは2台収容して、これらのユーザ端末とSLT 20との間をインタフェースする。ATM交換機22は、SLT 20等から送信されたATMセルのVPI/VCIに従って、該当する出方路に送信する。WS 24やTEL 28等のユーザ端末は、例えば、TCPプロトコルやUDPプロトコルなどの所定のプロトコルで、収容されるONU 26 # i j (j = 1, ...) を通してユーザ端末間で通信を行う。

【0029】図3は、図2中のSLT 20の構成図である。SLT 20は、複数のATM-PON IF部40、多重化部42、スイッチ部44及び複数の網側IF部46を有する。各ATM-PON IF部40は、以下の機能を有する。

【0030】(1) 収容する複数のONU、例えば、ONU 26 # i j (j = 1, ...)、よりバッファ内情報量を受信して、ダイナミックに割り当て可能な共有帯域については、各ONUのバッファ内情報量に比例したバッファ内情報量比例分と過去に各ONUにダイナミックに割り当てられた帯域(個別共有帯域)を示す履歴値1に比例するよう履歴利用分とをそれぞれ各ONUに割り当てる。

【0031】(2) 各ONUにダイナミックに割り当てられた個別共有帯域(バッファ内情報量比例分+履歴利用分)及び各ONUに固定的に割り当てられた固定帯域に従って、各ONUへのタイムスロットの割り当てを示すポーリング情報を生成する。

【0032】(3) 下り情報とポーリング情報とを多重化して、ONU 26 # i j (j = 1, ...) に送信する。

【0033】(4) ONU 26 # i j (j = 1 ~ n) より上り情報を受信して、スイッチ部44に送出する。

【0034】多重化部42は、ATMセルを多重化して、網に送信する。スイッチ部44は、ATM-PON IF部40や網側IF部46よりATMセルを受信して、ATMセルのVPI/VCIに従って該当する出方路のATM-PON IF部40や網側IF部46にATMセルを送出する。網側IF部46は、スイッチ部44よりATMセルを受信して網に送信すること、網よりATMセルを受信してスイッチ部44に出力することの機能を有する。

#### 【0035】第1実施形態

図4は、本発明の第1実施形態によるATM-PON IF部40及びONU 26 # i jの機能ブロック図である。図4に示すように、ATM-PON IF部40は、ポーリング要求抽出部70、共有帯域制御部72、共通パラメータ管理テーブル74、個別パラメータ管理テーブル76、共有帯域用ポーリング生成部78、固定帯域用ポーリング生成部80、共有帯域用ポーリングバッファ82、固定帯域用ポーリングバッファ84、ポー

リング多重化部86及び下り情報多重化部88を具備する。本例では、ATM-PON IF部40は、図3中の複数のONU 26 # i j (j = 1 ~ n) (i は=1又は2)を終端しているものとする。

【0036】ポーリング要求抽出部70は、上りフレームから上り情報及び上りフレーム中のバッファ内情報量通知用タイムスロット(Divided slot)に設定されたポーリング要求信号からバッファ内情報量を抽出して、上り情報をスイッチ部44に送出する。そして、バッファ内情報量については、該バッファ内情報量を送出したONU 26 # i jを特定して、個別パラメータ管理テーブル76中のONU 26 # i jに該当する領域に書き込む。バッファ内情報量通知用タイムスロットとは、上りフレームの所定のタイムスロットであって、例えば、複数のONU 26 # i j (j = 1 ~ n)をグルーピングして、各グループで共有して使用される。

【0037】このバッファ内情報量通知用タイムスロットの割り当ては、例えば、ATM-PON IF部40が、割り当てるグループ番号を下りPLOAMセルに設定することにより行う。バッファ内情報量は、後述するように各ONU 26 # i j (j = 1 ~ n)が有する共有帯域用バッファ56に蓄積されている情報量である。その単位は、バイト単位やタイムスロット数単位であっても良いが、個別パラメータ管理テーブル76には、バッファ内情報量がタイムスロット数以外の単位の場合は、処理の都合上、タイムスロット数に変換して書き込む。以下では、バッファ内情報量の単位はタイムスロット数とする。

【0038】共有帯域制御部72は、帯域更新周期毎に、全てのONU 26 # i j (j = 1 ~ n)について、以下の処理を行う。

【0039】(1) 各ONU 26 # i j (j = 1 ~ n)より送信されたバッファ内情報量から不足帯域を算出する。ここで、不足帯域とは、各ONU 26 # i jがバッファ内情報量で示される上り情報を更新周期内において全て送出するために必要とされる帯域をいう。ここで、帯域は、伝送レートの単位(bps)、ATM-PON IF部40が収容するONU 26 # i j (j = 1 ~ n)の帯域の最小単位(例えば、8Kbps)あるいはタイムスロット数換算であってもよい。

【0040】前回の割り当てで不足している帯域を算出する式は、次のように理解できる。前回の帯域更新で割り当てられたポーリング数が、各ONU 26 # i jにとり必要なポーリング数以上だと、バッファ内情報量はゼロになる。前回の帯域更新で割り当てられたポーリング数が、必要なポーリング数以下だと、足りなかった数だけバッファに情報が溜まる。つまり、不足したポーリング数とバッファ内情報量は等しいと考えることができる。割り当てられたポーリング数と割り当てられた帯域量は比例し、次式(1)で換算できる。

【0041】

$$\text{帯域量} = \text{ポーリング数} \times \text{全体帯域} / \text{帯域更新スロット数} \quad \dots (1)$$

但し、全体帯域とは、ATM-PON IF部40が収容するONU26#ij (j=1~n) に割り当てる帯域の総和帯域である。その単位は、上述した不足帯域の単位と同じである。帯域更新スロット数とは、帯域更新周期に含まれる全てのタイムスロット数をいう。帯域更

\*新周期とは、帯域の割り当ての処理が行われる周期である。

【0042】以上より、次式(2)でONU26#ij (j=1~n) 毎の不足帯域を算出できる。

【0043】

$$\begin{aligned} \text{ONU26\#ijの不足帯域} &= \text{全体帯域} \times \text{不足したポーリング数} \\ &\quad / \text{帯域更新スロット数} \\ &= \text{全体帯域} \times \text{ONU26\#ijのバッファ内情報量} \\ &\quad / \text{帯域更新スロット数} \end{aligned}$$

... (2)

(2) 全てのONU26#ij (j=1~n) についての不足帯域の総和が合計共有帯域上限値よりも大きい場合は、不足帯域に次の帯域補正関数fで求まる係数を掛け、合計値が合計共有帯域上限値以下になるように制限する割り当て帯域補正を行う。以下、補正されない場合※

$$f = \text{合計共有帯域上限値} / \text{不足帯域の合計値} \quad \dots (3)$$

但し、合計共有帯域上限値とは、ONU26#ij (j=1~n) に割り当てることができる共有帯域の合計の上限値をいい、単位は不足帯域の単位と同じである。

【0045】(3) 今回に割り当てたバッファ内情報量比例分の共有帯域の合計が、合計共有帯域上限値よりも小さい場合は、共有帯域に余剰帯域が発生しているので、履歴利用帯域(合計共有帯域上限値-バッファ内情報量比例分の合計値)を各ONU26#ij (j=1~★

※合も含めて補正された帯域をバッファ内情報量長比例分という。この帯域は、バッファ内情報量に比例した帯域だからである。

【0044】

★n)の各履歴値1に比例して分配して、履歴利用分の割り当てを行う。各履歴値1とは、以前に各ONU26#ijに割り当てられた共有帯域(個別共有帯域=バッファ内情報量比例分+履歴利用分)を示す値である。

【0046】(4) 各ONU26#ijに対する履歴値1を次式(4)に従って履歴情報の更新を行う。

【0047】

$$\text{履歴値1} = (w_{\text{new1}} \times bw + w_{\text{old1}} \times \text{rireki\_old1}) / (w_{\text{new1}} + w_{\text{old1}})$$

... (4)

但し、bwは今回ONU26#ijに割り当てた共有帯域(バッファ内情報量比例分+履歴利用分)、rireki\_old1は前回の帯域更新において算出された履歴値1、w\_new1は今回割り当てた共有帯域bwに対する加重値、w\_old1は前記算出した履歴値1(rireki\_old1)に対する加重値である。加重値w\_new1、w\_old1は正の実数である。このように履歴値1を加重値w\_new1、w\_old1により加重平均するのは、以前に各ONU26#ijに割り当てられた共有帯域についての情報を履歴値1として残しておき、その履歴値に基いて履歴利用帯域を分配することにより、共有帯域の割り当ての急激な変化を回避するためである。尚、過去の帯域によりウェイトを置いて履歴利用分の割り当てを行う場合は、加重値w\_new1に比べて、加重値w\_old1の値を大きくすればよい。本実施形態では、過去の共有帯域の履歴を履歴値1に持たせるようにしたが、これまでの何回かの帯域更新周期で割り当てられた個々のONU26#ij (j=1~n)の共有帯域をメモリに記憶しておき、これらの共有帯域と今回割り当てられた共有帯域との加重平均を履歴値1としても良い。

【0048】(5) 各ONU26#ijに今回割り当てた個別共有帯域を共有帯域ポーリング生成部78に通

知する。

【0049】図5は、図4中の共通パラメータ管理テーブル74を示す図である。共通パラメータ管理テーブル74は、ONU26#ij (j=1~n)への帯域の割り当てに係わる共通パラメータを記憶するRAM等のメモリであり、例えば、全体帯域、合計共通帯域上限値、帯域更新スロット数、今回割り当てた個別共有帯域に対する加重値、前回算出した履歴値1に対する加重値が格納されている。ここでは、アドレス#1に全体帯域=5000、アドレス#2に合計共有帯域上限値=2000、アドレス#3に帯域更新スロット数=1500、アドレス#4に今回割り当てた個別共有帯域に対する加重値=1、アドレス#5に前回算出した履歴値1に対する加重値=3が格納されている。尚、全体帯域及び合計共通帯域上限値の単位は、最小帯域である8Kbpsとしている。

【0050】図6は、図4中の個別パラメータ管理テーブル76を示す図である。個別パラメータ管理テーブル76は、ONU26#ij (j=1~n)への帯域の割り当てに係わる各ONU26#ij (j=1~n)毎のパラメータを記憶するRAM等のメモリであり、例えば、各アドレス#jには、ONU26#ijの個別パラ

メータが記憶されている。個別パラメータは、例えば、ONU番号、固定帯域、バッファ内情報量及び履歴値1からなる。ONU番号は各ONU26# $i$   $j$  ( $j=1\sim n$ )を特定する番号である。固定帯域は各ONU26# $i$   $j$ に固定的に割り当てられた帯域である。バッファ内情報量は各ONU26# $i$   $j$ の最新のバッファ内情報量である。履歴値1は以前の帯域更新において、各ONU26# $i$   $j$ に割り当てられた個別共有帯域を示す値である。

【0051】共有帯域用ポーリング生成部78は、帯域更新周期毎に、全てのONU26# $i$   $j$  ( $j=1\sim n$ )について、共有帯域制御部72により通知されたONU26# $i$   $j$ に割り当てられた個別共有帯域に該当するポーリング数分のポーリング情報を生成して、共有帯域用ポーリングバッファ82に書き込む。固定帯域用ポーリング生成部80は、各ONU26# $i$   $j$ 毎に個別パラメータ管理テーブル76から固定帯域を読み出し、帯域更新周期毎に、全てのONU26# $i$   $j$ について、各ONU26# $i$   $j$ に割り当てられた固定帯域に該当するポーリング数分のポーリング情報を生成する。そして、生成したポーリング信号を固定帯域用ポーリングバッファ84に書き込む。

【0052】共有帯域用ポーリングバッファ82は、共有帯域用のポーリング情報を記憶するFIFOバッファである。固定帯域用ポーリングバッファ84は、固定帯域用のポーリング情報を記憶するFIFOバッファである。ポーリング多重化部86は、固定帯域用ポーリングバッファ84よりポーリング情報を優先的に読み出し、固定帯域用ポーリングバッファ84が空になると共有帯域用ポーリングバッファ82からポーリング情報を読み出して、上りフレームの各タイムスロットに該当するONU26# $i$   $j$ を割り当てる。下り情報多重化部88は、スイッチ部44より送出される下り情報及びポーリング多重化部86より出力されるポーリング情報を受信して、下り情報は所定のタイムスロットに挿入して、ポーリング情報は例えば、PLOAMセルに挿入して、送出する。

【0053】各ONU26# $i$   $j$  ( $j=1\sim n$ )は、ポーリング情報抽出部50、バッファ読み出し部52、固定帯域用バッファ54、共有帯域用バッファ56、バッファ長抽出部58、ポーリング要求生成部60及び上り情報多重化部62を具備する。ポーリング情報抽出部50は、伝送路36よりタイムスロット割り当て用のポーリング情報及びバッファ内情報量通知用のポーリング情報を抽出する。そして、自身宛てのポーリング情報をバッファ読み出し部52に通知する。また、自身宛ての下り情報をWS24やTEL28などのユーザ端末に送出する。バッファ読み出し部52は、割り当てられたタイムスロットのタイミングで、固定帯域用バッファ54の情報を優先的に読み出し、固定帯域用バッファ54に

情報が無くなると共有帯域用バッファ56の情報を読み出す。

【0054】固定帯域用バッファ54は、WS24やTEL28等のユーザ端末より書き込まれる高優先情報を蓄積するバッファである。共有帯域用バッファ56は、WS24等のユーザ端末より書き込まれる低優先情報を蓄積するバッファである。バッファ長検出部58は、帯域更新周期以下の周期で共有帯域用バッファ56に蓄積されているバッファ内情報量を検出する。ポーリング要求生成部60は、ポーリング情報抽出部50より抽出されたバッファ内情報量通知用ポーリング信号に従って、割り当てられたバッファ内情報量通知用タイムスロットにバッファ内情報量を挿入することによりポーリング要求信号を生成する。上り情報多重化部62は、バッファ読み出し部52より読み出された上り情報とポーリング要求生成部60により生成されたポーリング要求信号とを多重化して、伝送路27# $i$ に送信する。

【0055】図7は、図4中の共有帯域制御部72の機能ブロック図である。図5に示すように、共有帯域制御部72は、初期化部100、帯域更新タイマ102、パラメータ読み込み部104、不足帯域算出部106、バッファ内情報量比例割り当て部108、履歴利用割り当て部110及び履歴情報更新部112を具備する。

【0056】初期化部100は、全てのONU26# $i$   $j$  ( $j=1\sim n$ )について、履歴値1を初期化して、個別パラメータ管理テーブル76に書き込む。履歴値1の初期値は、例えば、合計共通帯域上限値をONU26# $i$   $j$  ( $j=1\sim n$ )の数で割った値(平均値)とする。これは、最初の履歴利用分の割り当ての公平性を担保するためである。帯域更新タイマ102は、帯域更新周期毎にパラメータ読み込み部104に帯域更新周期の経過を通知する。パラメータ読み込み部104は、帯域更新タイマ102の通知を受けて、共通パラメータ管理テーブル74及び個別パラメータ管理テーブル76より、各種パラメータを読み出して、不足帯域算出部106に出力する。不足帯域算出部106は、全てのONU26# $i$   $j$  ( $j=1\sim n$ )について、式(2)で表される不足帯域を算出する。

【0057】バッファ内情報量比例割り当て部108は、全てのONU26# $i$   $j$  ( $j=1\sim n$ )についての不足帯域の合計値が合計共有帯域上限値よりも大きい場合は、不足帯域に式(3)で示される帯域補正関数 $f$ で求まる係数を掛け、合計値が合計共有帯域上限値になるように制限して、係数 $f$ が掛けられた各不足帯域を各ONU26# $i$   $j$  ( $j=1\sim n$ )のバッファ内情報量比例分とする。履歴利用割り当て部110は、全てのONU26# $i$   $j$  ( $j=1\sim n$ )に割り当てたバッファ内情報量比例分の合計が、合計共有帯域上限値よりも小さい場合は、履歴利用帯域(合計共有帯域上限値-バッファ内情報量比例分のONU26# $i$   $j$  ( $j=1\sim n$ )につい

ての合計)を各ONU26# $i, j$  ( $j=1\sim n$ )の履歴値1に比例して分配して、履歴利用分の帯域を算出する。そして、各ONU26# $i, j$  ( $j=1\sim n$ )に割り当てられた、バッファ内情報量比例分と履歴利用分との和を個別共有帯域として、共有帯域用ポーリング生成部78に出力する。履歴情報更新部112は、各ONU26# $i, j$  ( $j=1\sim n$ )に対する履歴値1を式(4)に従って更新し、個別パラメータ管理テーブル76に書き込む。

【0058】図8は、共有帯域制御部72の動作フローチャートである。以下、この図面を参照して、ATM-PON IF部40の動作説明をする。

【0059】(1) 履歴値1の初期化

共有帯域制御部72中の初期化部100は、図8中のステップS2において、履歴値1を初期化して、個別パラメータ管理テーブル76に書き込む。履歴値1の初期値は、例えば、合計共通帯域上限値をONU26# $i, j$

( $j=1\sim n$ )の数 $n$ で割った平均値とする

(2) バッファ内情報量の抽出

各ONU26# $i, j$  ( $j=1\sim n$ )中のバッファ長検出部58は、ユーザ端末より上り低優先先情報が書き込まれた共有帯域用バッファ56に蓄積されたバッファ内情報量(単位はタイムスロット数)を検出して、ポーリング要求生成部60に通知する。ポーリング要求生成部60は、ポーリング情報抽出部50より抽出されたバッファ内情報量通知用タイムスロット中のポーリング情報により指示されるタイミングでバッファ内情報量を送出する。バッファ読み出し部52は、上り高優先情報が書き込まれている固定帯域用バッファ54から上り情報を優先的に読み出し、固定帯域用バッファ54が空になると共有帯域用バッファ56から上り情報を読み出す。そして、読み出した上り情報を、ポーリング情報抽出部50により抽出された上り情報送信用のポーリング情報により指示されたタイムスロットのタイミングで送出する。上り情報多重化部62は、上り情報とバッファ内情報量とを多重化して、伝送路27# $i$ に送信する。多重化された上り情報とバッファ内情報量は、伝送路27# $i$ により伝送されて、スプリッタ23# $i$ で合流される。そして、伝送路25# $i$ を通して、ATM-PON IF部40中のポーリング要求抽出部70に入力される。ポーリング要求抽出部70は、上り情報及びバッファ内情報量とを抽出する。そして、上り情報はスイッチ部44に送出し、バッファ内情報量は個別パラメータ管理テーブル76中の該当するONU26# $i, j$ に対応するアドレス# $j$ に書き込む。

【0060】(3) 共有帯域の割り当て

(3-1) 帯域更新タイマ102は、更新帯域周期が経過する毎に、その旨をパラメータ読み込み部104に通知する。

【0061】(3-2) パラメータ読み込み部104

は、図8中のステップS4において、図5に示す共通パラメータ管理テーブル74より、全体帯域(5000)、合計共有帯域上限値(2000)、帯域更新スロット数(1500)、今回割り当てた個別共有帯域に対する加重値(1)及び前回算出した履歴値1に対する加重値(3)を読み込む。また、個別パラメータ管理テーブル76より、全てのONU26# $i, j$  ( $j=1\sim n$ )について、ONU番号、バッファ内情報量及び履歴値1を読み込む。

【0062】(3-3) 不足帯域算出部106は、図8中のステップS6において、全てのONU26# $i, j$  ( $j=1\sim n$ )について、全体帯域、帯域更新スロット数及びONU26# $i, j$ のバッファ内情報量より、式(2)で表される不足帯域を算出する。

【0063】(3-4) バッファ内情報量比例割り当て部108は、図8中のステップS8において、以下の処理をする。全てのONU26# $i, j$  ( $j=1\sim n$ )について、それに割り当てた不足帯域の合計を算出する。その合計が合計共有帯域上限値より大きい場合は、式

(3)で示される帯域補正関数 $f(x)$  ( $x$ =不足帯域の合計値/合計共有帯域上限値)で求める係数を求める。

【0064】図9は係数を示す図である。係数は、図9中の実線に示すように、 $x \geq 1$ の場合に、係数 $y=1/x$ は1以下となる。そして、各ONU26# $i, j$  ( $j=1\sim n$ )の不足帯域に係数 $f(x)$ を掛けて、その合計値が合計共有帯域上限値と一致するように不足帯域を制限して、バッファ内情報量に比例するバッファ内情報量比例分を割り当てる。

【0065】(3-5) 履歴利用割り当て部110は、図8中のステップS10において、不足帯域の合計が合計共有帯域上限値よりも小さい場合、以下の処理をする。履歴利用帯域=合計共有帯域上限値-不足帯域の合計値を算出する。全てのONU26# $i, j$  ( $j=1\sim n$ )についての履歴値1の合計を求める。各ONU26# $i, j$  ( $j=1\sim n$ )について、履歴利用帯域 $\times$ ONU26# $i, j$ の履歴値1/(履歴値1の合計)を算出して、履歴利用帯域をONU26# $i, j$ の履歴値1に比例するよう配分して、履歴利用分を算出する。このとき、履歴値1は、過去に割り当てられ個別共有帯域値が反映されているので、バッファ内情報量が急激に変化しても、履歴利用分は急激に変化することがない。

【0066】図10は、共有帯域の帯域配分を示す図である。図10に示すように、合計不足帯域が合計共有帯域上限値よりも大きい場合は、全ての共有帯域がバッファ内情報量比例分に割り当てられ、不足帯域が合計共有帯域上限値よりも小さい場合は、残余帯域が履歴値1に比例するよう履歴利用分に割り当てられる。これにより、各ONU26# $i, j$  ( $j=1\sim n$ )には、個別共有帯域=(バッファ内情報量比例分+履歴利用分)の共有

帯域が割り当てられる。

【0067】図11は、シミュレーションで測定した共有帯域の割り当て結果を示す図である。尚、全帯域を全て共有帯域に設定してシミュレーションが行われている。図11に示すように、割り当てポーリング数が大きく振動する現象が抑えられていることが分かる。

【0068】(3-6) 履歴情報更新部112は、図8中のステップS12において、各ONU26#ij (j=1~n) に対して、式(4)に従って、前回算出した履歴値1と今回割り当てられた個別共有帯域(バッファ内情報量比例分+履歴利用分)の加重平均値を算出し、履歴値1として個別パラメータ管理テーブル76に書き込む。そして、各ONU26#ij (j=1~n) に割り当てられた個別共有帯域=(バッファ内情報量比例分+履歴利用分)を、共有帯域用ポーリング生成部78に通知する。

【0069】(4) 共有帯域用ポーリング生成部78は、帯域更新周期毎に、全てのONU26#ij (j=1~n) について、共有帯域制御部72により通知された各ONU26#ij に割り当てられた個別共有帯域に該当するポーリング数分のポーリング情報を生成して、共有帯域用ポーリングバッファ82に書き込む。

【0070】(5) 固定帯域用ポーリング生成部80は、各ONU26#ij (j=1~n) 毎に個別パラメータ管理テーブル76から固定帯域を読み出し、帯域更新周期毎に、全てのONU26#ij (j=1~n) について、各ONU26#ij (j=1~n) に割り当てられた固定帯域に該当するポーリング数分のポーリング情報を生成する。そして、生成したポーリング情報を固定帯域用ポーリングバッファ84に書き込む。

【0071】(6) ポーリング多重化部86は、固定帯域用ポーリングバッファ84よりポーリング情報を優先的に読み出し、固定帯域用ポーリングバッファ84が空になると共有帯域用ポーリングバッファ82を読み出して、上りフレームの各タイムスロットに該当するONU26#ij を割り当てる。

【0072】(7) 下り情報多重化部88は、スイッチ部44より送出される下り情報及びポーリング多重化部86より出力されるポーリング情報を受信して、下り情報は所定のタイムスロットに挿入して、ポーリング情報は、例えば、PLOAMセルに挿入して、伝送路25#iに送出する。下り信号は、スプリッタ23#iで分岐されて、伝送路27#iにより各ONU26#ij (j=1~n) まで伝送される。

【0073】以上説明したように、第1実施形態によれば、まず前回の割り当てで不足している共有帯域を割り当て、余った共有帯域を過去の共有帯域の加重平均値である履歴値1に比例して分配することができる。不足帯域割り当て後に余った共有帯域を過去の共有帯域の加重平均値に比例した帯域分配がされるので、割り当てられ

る共有帯域が急激に変化することがなくなる。よって、従来方式で問題になっていた帯域の現象を抑えることができる。この結果、ONUのバッファ内で振動により発生する揺らぎや遅延が無くなり音声や動画などの実時間系サービスの品質を高めることができる。さらに、SLTは到着するトラフィック量の振動を抑えるために余分な回路を追加するコストが省ける。

#### 【0074】第2実施形態

図12は、本発明の第2実施形態によるATM-PON IF部の機能ブロック図であり、図4中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。第2実施形態のATM-PON IF部129は、各ONU26#ij (j=1~n) に割り当てる個別共有帯域の上限帯域値を設定して、この上限帯域値を超えないように個別共有帯域を割り当てるようにした点で、上限帯域値を設定せずに個別共有帯域を割り当てていた第1実施形態のATM-PON IF部40と異なる。共有帯域制限部130は、各ONU26#ij (j=1~n) に割り当てる個別共有帯域が個別共有帯域上限値を越えないように個別共有帯域を制限する点で、図4中の共有帯域制限部78と異なる。

【0075】図13は、図12中の共有帯域制限部130の機能ブロック図であり、図5中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。パラメータ読み込み部154は、図5中のパラメータ読み込み部104が読み込む各種パラメータに加えて、各ONU26#ij (j=1~n) の個別共有帯域上限値を読み込むようにした点が、図5中のパラメータ読み込み部104と異なる。第1個別共有帯域制限部106は、各ONU26#ij (j=1~n) に対して割り当てられた不足帯域が個別共有帯域上限値を越える場合は、個別共有帯域上限値で制限する。第2個別共有帯域制限部136は、バッファ内情報量比例割り当て部108により割り当てられたバッファ内情報量比例分が個別共有帯域上限値を越える場合は、個別共有帯域上限値で制限する。

【0076】図14は、図12中の個別パラメータ管理テーブル131の構成図である。図14に示すように、個別パラメータ管理テーブル131に各ONU26#ij (j=1~n) 毎の個別共有帯域上限値が個別パラメータ管理テーブル76に追加して記憶されている。ONU26#ij (j=1~n) はバッファ内情報量が大きくなるUDPトラフィックやバッファ内情報量が制御されて大きくならないTCPトラフィックを收容する場合がある。この場合、バッファ内情報量が大きくなるUDPトラフィックを收容したONUに共有帯域を占有される恐れがある。そこで、UDPトラフィックを收容したONU26#ij に割り当てる個別共有帯域の上限を制限することとしている。これにより、TCPトラフィックのみを收容したONUにも個別共有帯域をより多く割り当てることが可能となり、ONU間の公平性を保つためである。

各ONU26#ij (j=1~n) 毎に共有帯域上限値を設定することができるので、運用により必要に応じて、UDPトラヒックに限らずTCPトラヒック等のその他のトラヒックを収容したONUにも共有帯域上限値を設定することは勿論可能である。また、通常、通信事業者はユーザ（加入者）との間に、コネクション毎にPCR（最大帯域）の契約を行う。個別共有帯域上限値をPCRの合計に設定すれば、ユーザが契約量を超えるトラヒックを流してきた場合でもこれを制限することができ、契約を守っている他のユーザに悪影響を及ぼさずにすむ。

【0077】図15は、共有帯域制御部130の動作フローチャートである。以下、この図面を参照して、図12のATM-PON IF部129の動作説明をする。共有帯域制御部130及び個別パラメータ管理テーブル131以外のブロックについては、図4中のブロックと実質的に同一なので、共有帯域制御部130の動作説明をする。

#### 【0078】(1) 履歴値1の初期化

共有帯域制御部130中の初期化部100は、図15中のステップS20において、履歴値1を初期化して、個別パラメータ管理テーブル76に書き込む。

#### 【0079】(2) 共有帯域の割り当て

(2-1) 帯域更新タイマ102は、更新帯域周期が経過する毎に、その旨をパラメータ読み込み部132に通知する。

【0080】(2-2) パラメータ読み込み部132は、図15中のステップS22において、図6に示す共通パラメータ管理テーブル74より、全体帯域(5000)、合計共有帯域上限値(2000)、帯域更新スロット数(1500)、今回割り当てた個別共有帯域に対する加重値(1)及び前回算出した履歴値1に対する加重値(3)を読み込む。また、個別パラメータ管理テーブル131より、全てのONU26#ij (j=1~n) について、ONU番号、個別共有帯域上限値、バッファ内情報量及び履歴値1を読み込む。

【0081】(2-3) 不足帯域算出部106は、図15中のステップS24において、全てのONU26#ij (j=1~n) について、全体帯域、帯域更新スロット数及びONU26#ijのバッファ内情報量より、式(2)で表される不足帯域を算出する。

【0082】(2-4) 第1個別共有帯域制限部134は、図15中のステップS26において、各ONU26#ij (j=1~16) について、不足帯域が個別共有帯域上限値を越えている場合は、不足帯域を個別共有帯域上限値に制限する。ONU26#1jの不足帯域が個別共有帯域上限値=1000を越えている場合は、ONU26#1jの不足帯域を個別共有帯域上限値=1000に制限する。

【0083】(2-5) バッファ内情報量比例割り当

て部108は、図15中のステップS28において、以下の処理をする。全てのONU26#ij (j=1~n) について、それに割り当てた不足帯域の合計を算出する。その合計が合計共有帯域上限値より大きい場合は、式(3)で示される帯域補正関数 $f(x)$  ( $x$ =不足帯域の合計値/合計共有帯域上限値)で求まる係数を求める。そして、各ONU26#ij (j=1~n) について、不足帯域に係数を掛けて、不足帯域の合計が合計共有帯域上限値を越えないように制限して、バッファ内情報量比例分を算出する。

【0084】(2-6) 第2個別共有帯域制限部136は、図15中のステップS30において、各ONU26#ij (j=1~n) について、バッファ内情報量比例分が個別共有帯域上限値を越えている場合は、帯域を個別共有帯域上限値に制限する。この制限された帯域又は制限されていない帯域も、バッファ内情報量比例分の帯域という。

【0085】(2-7) 履歴利用割り当て部110は、図15中のステップS32において、バッファ内情報量履歴利用分の合計が合計共有帯域上限値よりも小さい場合、以下の処理をする。履歴利用帯域=合計共有帯域上限値-バッファ内情報量比例分の合計を算出する。バッファ内情報量比例分が個別共有帯域上限値を越えないONU26#ijについて、履歴値1の合計を求める。そのONU26#ijについて、履歴利用帯域×ONU26#ijの履歴値1/(上記履歴値1の合計)を算出して、履歴利用帯域をONU26#ijの履歴値1に比例するよう配分する。このとき、(バッファ内情報量比例分+履歴利用分)がそのONU26#ijの個別共有帯域上限値を越えないように制限する。

【0086】(2-8) 履歴情報更新部112は、図15中のステップS34において、各ONU26#ij (j=1~n) に対して、式(4)に従って、前回算出した履歴値1と今回割り当てられた個別共有帯域(バッファ内情報量比例分+履歴利用分)の加重平均値を算出し、履歴値1として個別パラメータ管理テーブル76に書き込む。そして、各ONU26#ij (j=1~n) に割り当てられた個別共有帯域=(バッファ内情報量比例分+履歴利用分)を、共有帯域用ポーリング生成部78に通知する。このとき、各ONU26#ij (j=1~n) に割り当てられた個別共有帯域は、個別共有帯域上限値を越えることはない。

【0087】以上説明したように、第2実施形態によれば、第1実施形態と同様の効果がある上に更に以下の効果がある。ONU毎に個別共有帯域上限値を設定することにより、バッファ内情報量が大きくなるUDPトラヒックを収容するONUに帯域を占有されることがなくなり、TCPトラヒックのみを収容したONUにも帯域が割り当てられるので、ONU間の公平性が保てる。

【0088】第3実施形態

図 16 は、本発明の第 3 実施形態による ATM-PON IF 部の機能ブロック図であり、図 12 中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。第 3 実施形態の ATM-PON IF 部 149 は、各 ONU 26 # i j (j = 1 ~ n) のバッファ内情報量で算出される不足帯域が閾値 1 以上閾値 2 以下であれば閾値 2 に切り上げるようにした点が第 2 実施形態の ATM-PON IF 部 129 と異なる。TCP トラヒックの場合、ユーザ端末間でフロー制御を行うので、バッファ内情報量が不足ボーリング数を示さない。TCP トラヒックは、ユーザ端末間のフロー制御により送信レートが決定されるので、割り当て帯域を増やせばそれに追従して送信レートが上がってくる。よって、バッファ内情報量で算出される不足帯域以上の帯域を割り当てた方が効率が良く考えられる。そこで、不足帯域が閾値 1 以上閾値 2 以下の場合は、閾値 2 に切り上げるようにしている。

【0089】図 17 は、図 16 中の共有帯域制限部 150 の機能ブロック図であり、図 13 中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。パラメータ読み込み部 154 は、図 13 中のパラメータ読み込み部 132 が読み込む各種パラメータに加えて、各 ONU 26 # i j (j = 1 ~ n) についての閾値 1 及び閾値 2 を読み込むようにした点が、図 13 中のパラメータ読み込み部 132 と異なる。閾値処理部 156 は、各 ONU 26 # i j (j = 1 ~ n) のバッファ内情報量より算出された不足帯域が閾値 1 以上閾値 2 以下の場合は、不足帯域を閾値 2 に切り上げる。

【0090】図 18 は、図 16 中の個別パラメータ管理テーブル 152 の構成図である。図 18 に示すように、個別パラメータ管理テーブル 152 には、各 ONU 26 # i j (j = 1 ~ n) 毎の閾値 1 及び閾値 2 が個別パラメータ管理テーブル 131 に追加して記憶されている。閾値 1 及び閾値 2 を ONU 26 # i j (j = 1 ~ n) 毎に設定しているのは、ONU に割り当てられる固定帯域等に応じてより細かく共有帯域の制御を行うためである。

【0091】図 19 は、共有帯域制御部 150 の動作フローチャートである。以下、この図面を参照して、図 16 の ATM-PON IF 部 149 の動作説明をする。共有帯域制御部 150 及び個別パラメータ管理テーブル 152 以外のブロックについては、図 12 中のブロックと実質的に同一なので、共有帯域制御部 150 の動作説明をする。

【0092】(1) 履歴値 1 の初期化  
共有帯域制御部 150 中の初期化部 100 は、図 19 中のステップ S 40 において、履歴値 1 を初期化して、個別パラメータ管理テーブル 152 に書き込む。

【0093】(2) 共有帯域の割り当て  
(2-1) 帯域更新タイマ 102 は、更新帯域周期が

経過する毎に、その旨をパラメータ読み込み部 154 に通知する。

【0094】(2-2) パラメータ読み込み部 152 は、図 19 中のステップ S 42 において、図 6 に示す共通パラメータ管理テーブル 74 より、全体帯域 (5000)、合計共有帯域上限値 (2000)、帯域更新スロット数 (1500)、今回割り当てた個別共有帯域に対する加重値 (1) 及び前回算出した履歴値 1 に対する加重値 (3) を読み込む。また、個別パラメータ管理テーブル 152 より、全ての ONU 26 # i j (j = 1 ~ n) について、ONU 番号、個別共有帯域上限値、バッファ内情報量、閾値 1、閾値 2 及び履歴値 1 を読み込む。

【0095】(2-3) 不足帯域算出部 106 は、図 19 中のステップ S 44 において、全ての ONU 26 # i j (j = 1 ~ n) について、全体帯域、帯域更新スロット数及び ONU 26 # i j のバッファ内情報量より、式 (2) で表される不足帯域を算出する。

【0096】(2-4) 閾値処理部 156 は、図 19 中のステップ S 46 において、各 ONU 26 # i j (j = 1 ~ n) の不足帯域が閾値 1 以上閾値 2 以下ならば、不足帯域を閾値 2 に切り上げる。以下、閾値 2 に切り上げられた不足帯域及び閾値 2 に切り上げられなかった不足帯域を以降の処理においても不足帯域と呼ぶ。

【0097】(2-5) 第 1 個別共有帯域制限部 134 は、図 19 中のステップ S 48 において、各 ONU 26 # i j (j = 1 ~ n) について、不足帯域が個別共有帯域上限値を越えている場合は、不足帯域を個別共有帯域上限値に制限する。

【0098】(2-6) バッファ内情報量比例割り当て部 108 は、図 19 中のステップ S 50 において、以下の処理をする。全ての ONU 26 # i j (j = 1 ~ n) について、それに割り当てた不足帯域の合計を算出する。その合計が合計共有帯域上限値より大きい場合は、式 (3) で示される帯域補正関数  $f(x)$  ( $x$  = 不足帯域の合計値 / 合計共有帯域上限値) で求まる係数を求める。そして、各 ONU 26 # i j (j = 1 ~ n) について、不足帯域に係数を掛けて、不足帯域の合計が合計共有帯域上限値を越えないように制限して、バッファ内情報量比例分を算出する。

【0099】(2-7) 第 2 個別共有帯域制限部 136 は、図 19 中のステップ S 52 において、各 ONU 26 # i j (j = 1 ~ n) について、バッファ内情報量比例分が個別共有帯域上限値を越えている場合は、帯域を個別共有帯域上限値に制限する。この制限された帯域又は制限されていない帯域も、バッファ内情報量比例分の帯域という。

【0100】(2-8) 履歴利用割り当て部 110 は、図 19 中のステップ S 54 において、バッファ内情報量履歴利用分の合計が合計共有帯域上限値よりも小さ

い場合、以下の処理をする。履歴利用帯域＝合計共有帯域上限値－バッファ内情報量比例分の合計を算出する。バッファ内情報量比例分が個別共有帯域上限値を越えないONU26#ijについて、履歴値1の合計を求める。そのONU26#ijについて、履歴利用帯域×ONU26#ijの履歴値1／（上記履歴値1の合計）を算出して、履歴利用帯域をONU26#ijの履歴値1に比例するよう配分する。このとき、（バッファ内情報量比例分＋履歴利用分）がそのONU26#ijの個別共有帯域上限値を越えないように制限する。

【0101】（2-9）履歴情報更新部112は、図19中のステップS56において、各ONU26#ij（j=1～n）に対して、式（4）に従って、前回算出した履歴値1と今回割り当てられた個別共有帯域（バッファ内情報量比例分＋履歴利用分）の加重平均値を算出し、履歴値1として個別パラメータ管理テーブル76に書き込む。そして、各ONU26#ij（j=1～n）に割り当てられた個別共有帯域＝（バッファ内情報量比例分＋履歴利用分）を、共有帯域用ポーリング生成部78に通知する。

【0102】以上説明したように、第3実施形態によれば、第2実施形態と同様の効果がある上に更に以下の効果がある。TCPトラヒックを収容したONUに対して、バッファ内情報量から算出した不足帯域が閾値1以上閾値2以下の場合、閾値2に切り上げることににより割り当て帯域が増え、TCPトラヒックの送信レートを高めることができる。

#### 【0103】第4実施形態

図20は、本発明の第4実施形態によるATM-PON IF部の機能ブロック図であり、図12中の構成要素\*30

$$g(x) = 1 / (x + 1 / CMAX)$$

但し、 $x$ ＝不足帯域の合計値／合計共有帯域上限値である。尚、 $(x + 1 / CMAX) \geq 1 / CMAX$ なので、 $g(x) \leq CMAX$ となる。また、 $CMAX$ は1以上の実数である。このように本実施形態では、関数 $g(x)$ を用いてバッファ内情報量を増加させているが、 $0 \leq x \leq 1$ のとき、 $0 \leq g(x) < f(x) = 1/x$ となる関数であれば他の関数を用いることができる。 $g(x) < f(x)$ と制限しているのは、係数が $f(x)$ に等しい場合は、共有帯域の全てがバッファ内情報量比例分に割り当てられ履歴利用分が無くなるので、これを回避するためである。（ $g(x) - 1$ ）×合計共有帯域上限値が、第2実施形態よりもバッファ内情報量比例分の増加分となる。

【0107】また、バッファ内情報量比例割り当て部176は、不足帯域の合計が合計共有帯域上限値より大きい場合は、式（3）で示される帯域補正関数 $f(x)$ で求める係数を求める。そして、各ONU26#ij（j=1～n）について、不足帯域に係数を掛ける。

【0108】図22は、 $CMAX=3$ の場合の係数を示

\*と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。第4実施形態のATM-PON IF部169は、各ONU26#ij（j=1～n）のバッファ内情報量から算出された不足帯域の合計が合計共有帯域上限値よりも小さく余剰帯域が発生する場合に第1実施形態よりもバッファ内情報量比例分を増やして履歴利用分を減らすようにしている。TCPトラヒックの場合、ユーザ端末間でフロー制御を行うので、バッファ内情報量が不足ポーリング数を示さない。TCPトラヒックは、ユーザ端末間のフロー制御により送信レートが決定されるので、割り当てを増やせばそれに追従して送信レートが上がってくる。そこで、バッファ内情報量で算出される不足帯域以上の帯域を割り当てるようにしている。

【0104】図21は、図20中の共有帯域制限部170の機能ブロック図であり、図13中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。パラメータ読み込み部174は、図13中のパラメータ読み込み部132が読み込む各種パラメータに加えて、共通パラメータ管理テーブル172から $CMAX$ （ $CMAX$ は1よりも大きな実数）を読み込むようにした点が、図13中のパラメータ読み込み部132と異なる。

【0105】バッファ内情報量比例割り当て部176は、第1個別共有帯域制限部134により不足帯域が制限された制限不足帯域の合計が合計共有帯域上限値よりも小さい場合は、不足帯域に次式（5）の関数 $g(x)$ により求められる値と1の大きい方の値を係数としてかけて、割り当てを補正する。係数が1以上なるようにしたのは、バッファ内情報量比例分を増加させるためである。

#### 【0106】

$$\dots (5)$$

す図である。図22に示すように、図22中の実線で示される係数は、 $x \geq 1$ については、第2実施形態と同じ係数となるが、 $0 \leq x \leq 1$ については、 $1 \leq \text{係数} \leq 3$ （ $=CMAX$ ）且つ係数 $< f(x)$ となる。 $0 \leq x \leq 1$ において、 $f(x)$ と係数との差が、履歴利用帯域の大きさを示しているので、 $CMAX$ を変更することにより、関数 $f(x)$ と関数 $g(x)$ との差分、即ち、バッファ内情報量比例分と履歴利用分の配分を制御することができる。

【0109】図23は、図20中の共通パラメータ管理テーブル172の構成図である。図23に示すように、共通パラメータ管理テーブル172には、 $CMAX$ 、例えば、 $CMAX=10$ が図6に示す共通パラメータ管理テーブル74に追加して記憶されている。

【0110】図24は、共有帯域制御部170の動作フローチャートである。以下、この図面を参照して、図20のATM-PON IF部169の動作説明をする。共有帯域制御部170及び共通パラメータ管理テーブル172以外のブロックについては、図12中のブロック

と実質的に同一なので、共有帯域制御部 170 の動作説明をする。

【0111】(1) 履歴値 1 の初期化

共有帯域制御部 170 中の初期化部 100 は、図 24 中のステップ S60 において、履歴値 1 を初期化して、個別パラメータ管理テーブル 131 に書き込む。

【0112】(2) 共有帯域の割り当て

(2-1) 帯域更新タイマ 102 は、更新帯域周期が経過する毎に、その旨をパラメータ読み込み部 174 に通知する。

【0113】(2-2) パラメータ読み込み部 174 は、図 24 中のステップ S62 において、図 23 に示す共通パラメータ管理テーブル 172 より、全体帯域 (5000)、合計共有帯域上限値 (2000)、帯域更新スロット数 (1500)、今回割り当てた個別共有帯域に対する加重値 (1)、前回算出した履歴値 1 に対する加重値 (3) 及び CMAX (10) を読み込む。また、個別パラメータ管理テーブル 131 より、全ての ONU 26 # i j (j=1~n) について、ONU 番号、個別共有帯域上限値、バッファ内情報量及び履歴値 1 を読み込む。

【0114】(2-3) 不足帯域算出部 106 は、図 24 中のステップ S64 において、全ての ONU 26 # i j (j=1~n) について、全体帯域、帯域更新スロット数及び ONU 26 # i j のバッファ内情報量より、式 (2) で表される不足帯域を算出する。

【0115】(2-4) 第 1 個別共有帯域制限部 134 は、図 24 中のステップ S66 において、各 ONU 26 # i j (j=1~n) について、不足帯域が個別共有帯域上限値を越えている場合は、不足帯域を個別共有帯域上限値に制限する。

【0116】(2-5) バッファ内情報量比例割り当て部 176 は、図 24 中のステップ S68 において、以下の処理をする。全ての ONU 26 # i j (j=1~n) について、それに割り当てた不足帯域の合計を算出する。その合計が合計共有帯域上限値より大きい場合は、制限不足帯域に式 (3) で示される帯域補正関数  $f(x)$  ( $x$  = 不足帯域の合計値 / 合計共有帯域上限値) で求まる係数を掛けて、制限不足帯域の合計が合計共有帯域上限値を越えないよう制限して、バッファ内情報量比例分を割り当てる。不足帯域の合計が合計共有帯域上限値よりも小さい場合は、不足帯域に式 (5) の関数  $g(x)$  により求められる値と 1 の大きい方の値を係数として掛けて、バッファ内情報量比例分が増加するよう割り当てる。

【0117】(2-6) 第 2 個別共有帯域制限部 136 は、図 24 中のステップ S70 において、各 ONU 26 # i j (j=1~n) について、バッファ内情報量比例分が個別共有帯域上限値を越えている場合は、帯域を個別共有帯域上限値に制限する。この制限された帯域又

は制限されていない帯域も、バッファ内情報量比例分の帯域という。

【0118】(2-7) 履歴利用割り当て部 110

は、図 24 中のステップ S72 において、バッファ内情報量履歴利用分の合計が合計共有帯域上限値よりも小さい場合、以下の処理をする。履歴利用帯域 = 合計共有帯域上限値 - バッファ内情報量比例分の合計を算出する。バッファ内情報量比例分が個別共有帯域上限値を越えない ONU 26 # i j について、履歴値 1 の合計を求める。その ONU 26 # i j について、履歴利用帯域  $\times$  ONU 26 # i j の履歴値 1 / (上記履歴値 1 の合計) を算出して、履歴利用帯域を ONU 26 # i j の履歴値 1 に比例するよう配分する。このとき、(バッファ内情報量比例分 + 履歴利用分) がその ONU 26 # i j の個別共有帯域上限値を越えないように制限する。

【0119】図 25 は、共有帯域の帯域配分を示す図である。図 25 に示すように、 $0 < x < 1$  において、図 22 で示した係数が 1 よりも大きい場合は、実線部と破線部の差分で示される割合だけバッファ内情報量比例分が第 1 実施形態に比べて増加する。

【0120】(2-8) 履歴情報更新部 112 は、図 24 中のステップ S74 において、各 ONU 26 # i j (j=1~n) に対して、式 (4) に従って、前回算出した履歴値 1 と今回割り当てられた個別共有帯域 (バッファ内情報量比例分 + 履歴利用分) の加重平均値を算出し、履歴値 1 として個別パラメータ管理テーブル 76 に書き込む。そして、各 ONU 26 # i j (j=1~n) に割り当てられた個別共有帯域 = (バッファ内情報量比例分 + 履歴利用分) を、共有帯域用ポーリング生成部 78 に通知する。

【0121】以上説明したように、第 4 実施形態によれば、第 2 実施形態と同様の効果がある上に更に以下の効果がある。不足帯域の合計が合計共有帯域上限値よりも少ない場合に、バッファ内情報量から算出した不足帯域よりも多くの帯域を割り当てることができ、TCP トラヒックのレートを高めることができる。

【0122】第 5 実施形態

図 26 は、本発明の第 5 実施形態による ATM-PON IF 部の機能ブロック図であり、図 20 中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。第 5 実施形態の ATM-PON IF 部 189 は、各 ONU 26 # i (j=1~n) のバッファ内情報量から算出された不足帯域の合計が合計共有帯域上限値を越えたか越えないかに関わらず、常に過去の固有共有帯域の加重平均値に比例した履歴利用分の割り当てを行うようにした点が第 4 実施形態の ATM-PON IF 部 169 と異なる。

【0123】図 27 は、図 26 中の共有帯域制限部 190 の機能ブロック図であり、図 21 中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。パッ

ファ内情報量比例割り当て部196は、各ONU26#  
ij (j=1~n) に対して算出された制限不足帯域に  
次式(6)の関数h(x)により求められる値を係数と\*

$$h(x) = 1 / (x / \text{MAX\_RATIO} + 1 / \text{CMAX}) \quad \dots (6)$$

但し、x=合計不足帯域/合計共有帯域、 $0 < \text{MAX\_RATIO} < 1$ 、 $\text{CMAX} > 0$ である。

【0125】図28は、 $\text{CMAX}=5$ 、 $\text{MAX\_RATIO}=0.5$ の場合の係数=h(x)を示す図である。  
CMAXはバッファ内情報量比例分が混雑度(x=不足帯域の合計値/合計共有帯域上限値)に応じて増加する速度を決定する。 $i(x) = h(x) / f(x) = 1 / (1 / \text{MAX\_RATIO} + 1 / x \times \text{CMAX}) < \text{MAX\_RATIO}$ となる。 $i(x) = h(x) / f(x)$ は合計共有帯域に占めるバッファ内情報量比例分の合計の割り合いを示しているため、MAX\_RATIOは不足帯域割り当て分の最大値を決定する。例えば、MAX\_RATIOが0.5なら、不足帯域の合計がどんなに大きくなっても、バッファ内情報量比例分は0.5(50%)以下になる。

【0126】図29は、図26中の共通パラメータ管理テーブル192の構成図である。図29に示すように、共通パラメータ管理テーブル192には、図23に示す共通パラメータ管理テーブル172にMAX\_RATIO(例えば、0.5)が追加されている。

【0127】図30は、共有帯域制御部190の動作フローチャートである。以下、この図面を参照して、図32のATM-PON IF部189の動作説明をする。共有帯域制御部190及び共通パラメータ管理テーブル192以外のブロックについては、図21中のブロックと実質的に同一なので、共有帯域制御部190の動作説明をする。

【0128】(1) 履歴値1の初期化  
共有帯域制御部190中の初期化部100は、図30中のステップS100において、履歴値1を初期化して、個別パラメータ管理テーブル131に書き込む。

【0129】(2) 共有帯域の割り当て  
(2-1) 帯域更新タイマ102は、更新帯域周期が経過する毎に、その旨をパラメータ読み込み部194に通知する。

【0130】(2-2) パラメータ読み込み部194は、図30中のステップS102において、共通パラメータ管理テーブル192より、全体帯域(5000)、合計共有帯域上限値(2000)、帯域更新スロット数(1500)、今回割り当てた個別共有帯域に対する加重値(1)、前回算出した履歴値1に対する加重値

(3)、CMAX(10)及びMAX\_RATIOを読み込む。また、個別パラメータ管理テーブル131より、全てのONU26#ij (j=1~n)について、ONU番号、個別共有帯域上限値、バッファ内情報量及び履歴値1を読み込む。

\*して、割り当てを補正する。

【0124】

【0131】(2-3) 不足帯域算出部106は、図30中のステップS104において、全てのONU26#ij (j=1~n)について、全体帯域、帯域更新スロット数及びONU26#ijのバッファ内情報量より、式(2)で表される不足帯域を算出する。

【0132】(2-4) 第1個別共有帯域制限部134は、図30中のステップS106において、各ONU26#ij (j=1~n)について、不足帯域が個別共有帯域上限値を越えている場合は、不足帯域を個別共有帯域上限値に制限する。

【0133】(2-5) バッファ内情報量比例割り当て部196は、図30中のステップS108において、以下の処理をする。全てのONU26#ij (j=1~n)について、それに割り当てた不足帯域の合計を算出する。不足帯域に式(6)の関数h(x)により求められる値を係数として掛けて、バッファ内情報量比例分の割り当てをする。

【0134】(2-6) 第2個別共有帯域制限部136は、図30中のステップS110において、各ONU26#ij (j=1~n)について、バッファ内情報量比例分が個別共有帯域上限値を越えている場合は、帯域を個別共有帯域上限値に制限する。この制限された帯域又は制限されていない帯域も、バッファ内情報量比例分の帯域という。

【0135】(2-7) 履歴利用割り当て部110は、図30中のステップS112において、バッファ内情報量履歴利用分の合計が合計共有帯域上限値よりも小さい場合、以下の処理をする。履歴利用帯域=合計共有帯域上限値-バッファ内情報量比例分の合計を算出する。バッファ内情報量比例分が個別共有帯域上限値を越えないONU26#ijについて、履歴値1の合計を求める。そのONU26#ijについて、履歴利用帯域×ONU26#ijの履歴値1/(上記履歴値1の合計)を算出して、履歴利用帯域をONU26#ijの履歴値1に比例するよう配分する。このとき、(バッファ内情報量比例分+履歴利用分)がそのONU26#ijの個別共有帯域上限値を越えないように制限する。

【0136】図31は、共有帯域の帯域配分を示す図である。横軸がx=不足帯域の合計値/合計共有帯域上限値、縦軸が合計共有帯域に占めるバッファ内情報量比例分の合計の帯域配分比zである。図31に示すように、バッファ内情報量比例分の帯域配分比は、MAX\_RATIO=0.5以下となり、xがどんなに大きな値となっても履歴利用分を確保することができる。

【0137】(2-8) 履歴情報更新部112は、図30中のステップS114において、各ONU26#i

j (j=1~n) に対して、式 (4) に従って、前回算出した履歴値 1 と今回割り当てられた個別共有帯域 (バッファ内情報量比例分+履歴利用分) の加重平均値を算出し、履歴値 1 として個別パラメータ管理テーブル 76 に書き込む。そして、各 ONU 26 # i j (j=1~n) に割り当てられた個別共有帯域 = (バッファ内情報量比例分+履歴利用分) を、共有帯域用ポーリング生成部 78 に通知する。

【0138】以上説明したように、第 5 実施形態によれば、第 4 実施形態と同様の効果がある上に更に以下の効果がある。不足帯域の合計が合計共有帯域上限値を超えたか越えないかに関わらず、常に過去の共有帯域の加重平均値に比例した残余帯域配分が行われる。具体的には、履歴利用分に合計共有帯域中の (1-MAX\_RATIO) × 100% が割り当てられるので、各端末装置に割り当てられる共有帯域は、前回割り当て帯域 (= 履歴値 1) の (1-MAX\_RATIO) 以下にはならない。例えば、MAX\_RATIO が 0.5 なら、前回割り当てられた帯域の半分以下にはならない。尚、第 4 実施形態において、g(x) の代わりに h(x) を用いることも勿論可能である。

#### 【0139】第 6 実施形態

図 32 は、本発明の第 6 実施形態による ATM-PON IF 部の機能ブロック図であり、図 26 中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。第 6 実施形態の ATM-PON IF 部 200 は、ONU 毎に最低帯域保証を行うものである。

【0140】図 33 は、図 32 中の共有帯域制御部 202 の機能ブロック図であり、図 27 中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。パラメータ読み出し部 205 は、図 27 中のパラメータ読み込み部 194 が読み込む各種パラメータに加えて、個別パラメータ管理テーブル 204 から各 ONU 26 # i j (j=1~n) の最低保証帯域を読み込む。

【0141】最低帯域保証部 206 は、不足帯域の合計が合計共有帯域上限値を越える場合、各 ONU 26 # i j (j=1~n) について、(バッファ内情報量+履歴値比例分) に式 (3) で示される関数 f(x) により求まる係数 3 を掛ける。全体最低保証帯域 = 合計共有帯域上限値 - (バッファ内情報量比例分の合計値 + 履歴利用分の合計値) × 係数 3 = 合計共有帯域上限値 × (1 - 係数 3) を算出する。そして、最低保証帯域と不足帯域の小さい方の値の比で最低保証分の割り当てをする。最低保証帯域分の割り当てを最低保証帯域と不足帯域の小さい方の値の比で行うのは、輻輳を回避するには不足帯域により共有帯域の割り当てを増加させれば良いが、ONU 26 # i j (j=1~n) の公平性の観点より最低保証帯域を考慮した割り当てを行う必要があるからである。

【0142】図 34 は、図 32 中の個別パラメータ管理

テーブル 204 を示す図である。図 39 に示すように、個別パラメータ管理テーブル 204 には、図 14 に示した個別パラメータ管理テーブル 131 に最低保証帯域 ONU 26 # i j (j=1~n) 毎に最低保証帯域が記憶されている。最低保証帯域の単位は個別共有帯域と同じである。

【0143】図 35 は、CMAX=5、MAX\_RATIO=0.5 の場合の係数 1 及び係数 2 を示す図である。x 軸に不足帯域の合計値/合計共有帯域上限値、y 軸に係数 (帯域配分比) を表している。ここで、係数 1 は式 (6) で示される h(x) により求まる値、係数 2 は関数 j(x) = f(x) × h(x) により求まる値である。係数 1 は 0 ≤ x ≤ 1 の場合に不足帯域に掛ける係数であり、係数 2 は 1 ≤ x の場合に不足帯域に掛ける係数である。図 35 に示すように、1 ≤ x の場合に、0 < f(x) < 1 なので、係数 2 < 係数 1 となる。バッファ内情報量比例分の合計が係数 2 × 合計共有帯域上限値となる。(1 - f(x)) × 合計共有帯域上限値が最低帯域保証帯域比例分の合計となる。f(x) は単調減少関数なので、(1 - f(x)) は単調増加関数となり、最低帯域保証割り当て帯域が増加する。履歴利用分の合計が (f(x) - 係数 2) × 合計共有帯域上限値となる。よって、バッファ内情報量比例分の合計 : 履歴利用分の合計 : 最低帯域保証帯域比例割り当て分の合計 = (係数 2 : (f(x) - 係数 2) : (1 - f(x))) となる。

【0144】図 36 は、共有帯域制御部 202 の動作フローチャートである。以下、この図面を参照して、図 32 の ATM-PON IF 部 200 の動作説明をする。共有帯域制御部 202 及び個別パラメータ管理テーブル 204 以外のブロックについては、図 31 中のブロックと実質的に同一なので、共有帯域制御部 202 の動作説明をする。

#### 【0145】(1) 履歴値 1 の初期化

共有帯域制御部 202 中の初期化部 100 は、図 36 中のステップ S120 において、履歴値 1 を初期化して、個別パラメータ管理テーブル 204 に書き込む。

#### 【0146】(2) 共有帯域の割り当て

(2-1) 帯域更新タイマ 102 は、更新帯域周期が経過する毎に、その旨をパラメータ読み込み部 205 に通知する。

【0147】(2-2) パラメータ読み込み部 205 は、図 36 中のステップ S122 において、共通パラメータ管理テーブル 192 より、全体帯域 (5000)、合計共有帯域上限値 (2000)、帯域更新スロット数 (1500)、今回割り当てた個別共有帯域に対する加重値 (1)、前回算出した履歴値 1 に対する加重値 (3)、CMAX (10) 及び MAX\_RATIO (0.5) を読み込む。また、個別パラメータ管理テーブル 204 より、全ての ONU 26 # i j (j=1~n) について、ONU 番号、個別共有帯域上限値、バッ

ファ内情報量、履歴値1及び最低保証帯域を読み込む。

【0148】(2-3) 不足帯域算出部106は、図36中のステップS124において、全てのONU26#ij (j=1~n) について、全体帯域、帯域更新スロット数及びONU26#ijのバッファ内情報量より、式(2)で表される不足帯域を算出する。

【0149】(2-4) 第1個別共有帯域制限部134は、図36中のステップS126において、各ONU26#ij (j=1~n) について、不足帯域が個別共有帯域上限値を越えている場合は、不足帯域を個別共有帯域上限値に制限する。

【0150】(2-5) バッファ内情報量比例割り当て部196は、図36中のステップS128において、以下の処理をする。全てのONU26#ij (j=1~n) について、それに割り当てた不足帯域の合計を算出する。不足帯域に式(6)の関数h(x)により求められる値を係数として掛けて、補正前バッファ内情報量比例分の割り当てをする。

【0151】(2-6) 第2個別共有帯域制限部136は、図36中のステップS130において、各ONU26#ij (j=1~n) について、バッファ内情報量比例分が個別共有帯域上限値を越えている場合は、帯域を個別共有帯域上限値に制限する。この制限された帯域又は制限されていない帯域も、補正前バッファ内情報量比例分の帯域という。

【0152】(2-7) 履歴利用割り当て部110は、図36中のステップS132において、バッファ内情報量比例分の合計が合計共有帯域上限値よりも小さい場合、以下の処理をする。履歴利用帯域=合計共有帯域上限値-バッファ内情報量比例分の合計を算出する。バッファ内情報量比例分が個別共有帯域上限値を越えないONU26#ijについて、履歴値1の合計を求める。そのONU26#ijについて、履歴利用帯域×ONU26#ijの履歴値1/(上記履歴値1の合計)を算出して、履歴利用帯域をONU26#ijの履歴値1に比例するように配分して、補正前履歴利用分を割り当てる。

【0153】(2-8) 最低帯域保証部206は、図36中のステップS130において、不足帯域の合計が合計共有帯域上限値を越える場合、以下の処理をする。各ONUの(補正前バッファ内情報量比例分+補正前履歴利用分)が個別上限帯域を超えないONU26#ijについて、式(3)で示される関数f(x)で求まる係数を掛けて、(バッファ内情報量比例分+履歴利用分)を算出する。全体最低保証帯域=合計共有帯域上限値-(バッファ内情報量比例分+履歴利用分)の合計=(1-f(x))×合計共有帯域上限値を算出する。全体最低保証帯域を、上記ONU26#ijについて、最低保証帯域と不足帯域の小さい方の値の比で追加割り当てをして、最低保証帯域比例割当て分の割り当てを行う。

【0154】図37は、共有帯域の帯域配分を示す図である。図37に示すように、x>1において、最低保証帯域比例割当て分が割当てられると共にxが増加するにつれてその比率が増大する。

【0155】図38は最低保証帯域の割り当て結果の一例を示す図である。ここでは、ONU26#ij (j=1~n)の個数n=4、ONU26#i1, #i2, #i3, #i4のバッファ内情報量=400, 800, 0, 3450、合計帯域18398、合計共有帯域上限値13350、帯域更新周期3816(タイムスロット)としている。このとき、不足帯域=バッファ内情報量×合計帯域(18398)/帯域更新周期(3816)により、ONU26#i1, #i2, #i3, #i4の不足帯域は1928, 3857, 0, 16151となる。不足帯域と最低保証帯域の小さい方の値を許可帯域とすると、ONU26#i1, #i2, #i3, #i4の許可帯域は1928, 3000, 0, 2000となる。図中の白丸は不足帯域<最低保証帯域の場合を示し、バツ印は不足帯域≥最低保証帯域の場合を示す。

【0156】全体の最低保証帯域=合計共有帯域上限値-合計共有帯域上限値×合計共有帯域上限値/不足帯域の合計値=18350-18350×18350/21983=3000となる。これを許可帯域の比率で分配すると、ONU26#i1, #i2, #i3, #i4の最低保証帯域比例割当て分は835, 1299, 0, 866となる。

【0157】(2-9) 履歴情報更新部112は、図36中のステップS136において、各ONU26#ijに対して、式(4)に従って、前回算出した履歴値1と今回割り当てられた個別共有帯域(バッファ内情報量比例分+履歴利用分+最低保証帯域比例割当て分)の加重平均値を算出し、履歴値1として個別パラメータ管理テーブル204に書き込む。そして、各ONU26#ij (j=1~n)に割り当てられた個別共有帯域を、共有帯域用ポーリング生成部78に通知する。

【0158】以上説明したように、第6実施形態によれば、第5実施形態と同様の効果がある上に更に以下の効果がある。不足帯域の合計が合計共有帯域上限値を超えている場合、不足帯域の合計が大きいほど最低保証帯域を考慮した割り当て(最低保証帯域比例分)が増える。バッファ内情報量と不足帯域は比例するので、ONUで輻輳するほど最低保証帯域を考慮した割り当てができるようになる。これにより、輻輳しても最低保証帯域を保証できる。よって、ONU毎に最低帯域保証ができ、コネクション毎に最低帯域保証を必要とするGFRサービスにもある程度対応可能になる。

#### 【0159】第7実施形態

図39は、本発明の第7実施形態によるATM-PON1F部の機能ブロック図であり、図32中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附してい

る。第7実施形態のATM-PON IF部210は、以前から最低保証帯域に比べて多くの帯域大域を割り当てられていたONUは、このONUに対する最低保証帯域を変動許容率の範囲内で減らし、逆に以前から最低保証帯域に比べて少ない帯域を割り当てられていたONUは最低保証帯域を変動許容率の範囲で増やすようにした点が図32のATM-PON IF部200と異なる。

【0160】図40は、図39中の共有帯域制御部210の機能ブロック図であり、図33中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。初期化部220は、各ONU26#ij (ij=1~n)について、履歴値1に加えて、履歴値2を初期化する。履歴値2の初期値は、履歴値1の初期値と同じとする。パラメータ読み出し部221は、図33中のパラメータ読み込み部205が読み込む各種パラメータに加えて、共通パラメータ管理テーブル214から履歴値2用の、今回割り当てた個別共有帯域に対する加重値及び前回算出した履歴値2に対する加重値を、個別パラメータ管理テーブル216から各ONU26#ij (j=1~n)の\*

$$\text{履歴値2} = (w_{\text{new2}} \times bw + w_{\text{old2}} \times r_{\text{ireki\_old2}}) / (w_{\text{new2}} + w_{\text{old2}})$$

但し、bwは今回ONU26#ijに割り当てた個別共有帯域（バッファ内情報量比例分+履歴利用分+最低保証帯域比例割り当て分）、r\_ireki\_old2は前回の帯域更新において算出された履歴値2、w\_new2は今回割り当てた共有帯域bwに対する加重値、w\_old2は前回算出したr\_ireki\_old2に対する加重値である。加重値w\_new2、w\_old2は正の実数である。

【0163】図41は、図39中の共通パラメータ管理テーブル214の構成図である。図41に示すように、共通パラメータ管理テーブル214には、図29に示す共通パラメータ管理テーブル192に、履歴値2用の、今回割り当てた個別共有帯域に対する加重値及び前回算出した履歴値2に対する加重値が追加して記憶されている。例えば、今回割り当てた個別共有帯域に対する加重値=1、前回算出した履歴値2に対する加重値=9である。ここで、今回割り当てた個別共有帯域に対する加重値に対する前回算出した履歴値2に対する加重値の比率（例えば、9）の方が今回割り当てた個別共有帯域に対する加重値に対する前回算出した履歴値1に対する加重値の比率（例えば、3）よりも大きな値としたのは、履歴値1よりもより過去に割り当てられた個別共有帯域にウェイトを置くためである。

【0164】図42は、図39中の個別パラメータ管理テーブル216の構成図である。図42に示すように、個別パラメータ管理テーブル216には、図34に示した個別パラメータ管理テーブル204に、各ONU26#ij (j=1~n)の変動許容率が記憶されている。

【0165】図43及び図44は、共有帯域制御部210の動作フローチャートである。以下、この図面を参照

\*変動許容率を読み込む。

【0161】補正帯域算出部222は、各ONU26#ij (j=1~n)について、補正帯域=最低保証帯域-(履歴値2-最低保証帯域)を求める。履歴値2は以前に各ONU26#ij (j=1~n)割り当てられた個別共有帯域であるので、(履歴値2-最低保証帯域)は以前から最低保証帯域に比べて個別共有帯域の割り当ての多さ（正のとき）又は少なさ（負のとき）を示す。これにより、補正帯域は、以前から最低保証帯域に比べて個別共有帯域の割り当てが小さい又は大きいとき、逆に最低保証帯域を増大又は減少する。補正帯域が最低保証帯域の許容範囲を越える場合は補正帯域を許容範囲に制限する。最低帯域保証部224は、補正帯域算出部222により補正された最低保証帯域を最低保証帯域として、最低保証帯域比例割り当て分の算出をする。履歴情報更新部226は、履歴値1に加えて、次式(7)に従って履歴値2の計算をして、履歴値1、2を個別パラメータ管理テーブル216を更新する。

【0162】

... (7)

して、図39のATM-PON IF部210の動作説明をする。共有帯域制御部210、共通パラメータ管理テーブル214及び個別パラメータ管理テーブル216以外のブロックについては、図39中のブロックと実質的に同一なので、共有帯域制御部210の動作説明をする。

【0166】(1) 履歴値1、2の初期化

共有帯域制御部210中の初期化部220は、図43中のステップS140において、履歴値1、2を初期化して、個別パラメータ管理テーブル216に書き込む。

【0167】(2) 共有帯域の割り当て

(2-1) 帯域更新タイマ102は、更新帯域周期が経過する毎に、その旨をパラメータ読み込み部221に通知する。

【0168】(2-2) パラメータ読み込み部221

は、図43中のステップS142において、共通パラメータ管理テーブル214より、全体帯域(5000)、合計共有帯域上限値(2000)、帯域更新スロット数(1500)、今回割り当てた個別共有帯域に対する履歴値1用の加重値(1)、前回算出した履歴値1に対する加重値(3)、今回割り当てた個別共有帯域に対する履歴値2用の加重値(1)、前回算出した履歴値2に対する加重値(9)、CMAX(3)及びMAXRATIO(0.5)を読み込む。また、個別パラメータ管理テーブル216より、全てのONU26#ij (j=1~n)について、ONU番号、個別共有帯域上限値、バッファ内情報量、履歴値1、最低保証帯域、個別共有帯域上限値及び変動許容率を読み込む。

【0169】(2-3) 補正帯域算出部222は、図

43中のステップS144において、各ONU26#i  
j (j=1~n) について、補正帯域=最低保証帯域-  
(履歴値2-最低保証帯域)を算出する。ステップS1  
46において、補正帯域>最低保証帯域×(1+変動許  
容率/100)であるか否かを判定する。補正帯域>最  
低保証帯域×(1+変動許容率/100)ならば、ステ  
ップS148に進む。補正帯域≤最低保証帯域×(1+  
変動許容率/100)ならば、ステップS150に進  
む。ステップS148において、補正帯域=最低保証帯  
域×(1+変動許容率/100)にする。ステップS1  
50において、補正帯域<最低保証帯域×(1-変動許  
容率/100)であるか否かを判定する。補正帯域<最  
低保証帯域×(1-変動許容率/100)ならば、ステ  
ップS152に進む。そうでなければ、ステップS15  
4に進む。ステップS152において、補正帯域=最低  
保証帯域×(1-変動許容率/100)にする。

【0170】(2-4) 不足帯域算出部106は、図  
43中のステップS154において、全てのONU26  
#ij (j=1~n) について、全体帯域、帯域更新ス  
ロット数及びONU26#ijのバッファ内情報量よ  
り、式(2)で表される不足帯域を算出する。

【0171】(2-5) 第1個別共有帯域制限部13  
4は、図43中のステップS156において、各ONU  
26#ij (j=1~n) について、不足帯域が個別共  
有帯域上限値を越えている場合は、不足帯域を個別共有  
帯域上限値に制限する。

【0172】(2-6) バッファ内情報量比例割り当  
て部196は、図44中のステップS158において、  
以下の処理をする。全てのONU26#ij (j=1~  
n) について、それに割り当てた不足帯域の合計を算出  
する。不足帯域に式(6)の関数h(x)により求めら  
れる値を係数として掛けて、補正前バッファ内情報量比  
例分の割り当てをする。

【0173】(2-7) 第2個別共有帯域制限部13  
6は、図44中のステップS160において、各ONU  
26#ij (j=1~n) について、バッファ内情報量  
比例分が個別共有帯域上限値を越えている場合は、帯域  
を個別共有帯域上限値に制限する。この制限された帯域  
又は制限されていない帯域も、補正前バッファ内情報量  
比例分の帯域という。

【0174】(2-8) 履歴利用割り当て部110  
は、図44中のステップS162において、バッファ内  
情報量比例分の合計が合計共有帯域上限値よりも小さい  
場合、以下の処理をする。履歴利用帯域=合計共有帯域  
上限値-バッファ内情報量比例分の合計を算出する。バ  
ッファ内情報量比例分が個別共有帯域上限値を越えない  
ONU26#ijについて、履歴値1の合計を求める。  
そのONU26#ijについて、履歴利用帯域×ONU  
26#ijの履歴値1/(上記履歴値1の合計)を算出  
して、履歴利用帯域をONU26#ijの履歴値1に比

例するよう配分して、補正前履歴利用分を割り当てる。

【0175】(2-9) 最低帯域保証部206は、図  
44中のステップS164において、不足帯域の合計が  
合計共有帯域上限値を越える場合、以下の処理をする。  
各ONUの(補正前バッファ内情報量比例分+補正前履  
歴利用分)が個別上限帯域を超えないONU26#ij  
について、式(3)で示される関数f(x)で求める係  
数を掛けて、(バッファ内情報量比例分+履歴利用分)  
を算出する。全体最低保証帯域=合計共有帯域上限値-  
(バッファ内情報量比例分+履歴利用分)の合計=  
(1-f(x))×合計共有帯域上限値を算出す  
る。全体最低保証帯域を、上記ONU26#ijについ  
て、最低保証帯域と不足帯域の小さい方の値の比で追加  
割り当てをして、最低保証帯域比例割当て分の割り当て  
を行う。

【0176】図45は最低保証帯域の割り当て結果の一  
例を示す図である。図38と同様に、ONU26#i  
1, #i2, #i3, #i4のバッファ内情報量=40  
0, 800, 0, 3450、合計帯域=18393、合  
計共有帯域上限値=13350、帯域更新周期3816  
としている。ONU26#i1, #i2, #i3, #i  
4の不足帯域は1928, 3857, 0, 16151と  
なる。ONU26#i1, #i2, #i3, #i4の履  
歴値2=1900, 3500, 600, 3000とする  
と、ONU26#i1, #i2, #i3, #i4の補正  
帯域=2100, 2700, 3300, 1800とな  
る。不足帯域と補正帯域の小さい方の値を許可帯域とす  
ると、ONU26#i1, #i2, #i3, #i4の許  
可帯域は1928, 2700, 0, 1800となる。図  
中の白丸は不足帯域<補正帯域の場合を示し、バツ印は  
不足帯域≥補正帯域の場合を示す。全体の最低保証帯域  
=3000を許可帯域の比率で分配すると、ONU26  
#i1, #i2, #i3, #i4の最低保証帯域比例分  
は900, 1260, 0, 840となる。

【0177】(2-10) 履歴情報更新部226は、  
図44中のステップS166において、各ONU26#  
ijに対して、式(4)に従って、前回算出した履歴値  
1と今回割り当てられた個別共有帯域(バッファ内情報  
量比例分+履歴利用分+最低保証帯域比例割り当て分)  
の加重平均値を算出し、履歴値1とする。同様に、式  
(7)に従って、前回算出した履歴値2と今回割り当て  
られた個別共有帯域の加重平均値を算出し、履歴値2と  
する。そして、履歴値1, 2を個別パラメータ管理テー  
ブル216に書き込む。そして、各ONU26#ij  
(j=1~n)に割り当てられた個別共有帯域=(バ  
ッファ内情報量比例分+履歴利用分+最低保証帯域比例割  
り当て分)を、共有帯域用ポーリング生成部78に通知  
する。

【0178】以上説明したように、第7実施形態によれ  
ば、第6実施形態と同様の効果がある上に更に以下の効

果がある。以前から最低保証帯域に比べて多くの帯域大域を割り当てられていたONUは、このONUに対する最低保証帯域を変動許容率の範囲内で減らし、逆に以前から最低保証帯域に比べて少ない帯域を割り当てられていたONUは最低保証帯域を変動許容率の範囲で増やすことができる。このため、最低保証帯域に比べて極端に割り当てが多いONUと少ないONUが同時に存在することが無くなりONU間の公平性が保たれる。

#### 【0179】第8実施形態

図46は、本発明の第8実施形態によるATM-PON IF部の機能ブロック図であり、図12中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。第8実施形態のATM-PON IF部230は、履歴値1の加重平均算出の式に個別共有帯域上限値を加えるようにした点が図12のATM-PON IF部129と異なる。例えば、あるONUに割り当てられていた個別共有帯域が0の状態ですべてのONUが通信を止めると、このONUに割り当てられる帯域はずっと0のままになる。この状態で、このONUが通信を開始すると帯域が割り当てられるまでしばらく時間がかかってしま \* 20

$$\text{履歴値2} = (w_{\text{new1}} \times bw + w_{\text{old1}} \times r_{\text{ireki\_old1}} + w_{\text{max}} \times bw_{\text{max}}) / (w_{\text{new1}} + w_{\text{old1}} + w_{\text{max}})$$

但し、bwは今回ONU26#ijに割り当てた個別共有帯域、w<sub>new1</sub>は今回割り当てた共有帯域(bw)に対する加重値、r<sub>ireki\_old1</sub>は前回算出した履歴値1、w<sub>old1</sub>は前回算出した履歴値1(r<sub>ireki\_old1</sub>)に対する加重値、w<sub>max</sub>は個別共有帯域上限値、bw<sub>max</sub>は個別共有帯域上限値(w<sub>max</sub>)に対する加重値である。加重値は正の実数である。

【0183】図48は、図46中の共通パラメータ管理テーブル234の構成図である。図48に示すように、共通パラメータ管理テーブル234には、図6に示す共通パラメータ管理テーブル74に、個別共有帯域上限値に対する加重値が追加して記憶されている。例えば、今回割り当てた個別共有帯域に対する加重値=2、前回算出した履歴値1に対する加重値=6としたとき、個別共有帯域上限値に対する加重値は、これらの加重値よりも小さい、例えば1としている。

【0184】図49は、共有帯域制御部232の動作フローチャートである。以下、この図面を参照して、図46のATM-PON IF部230の動作説明をする。共有帯域制御部232及び共通パラメータ管理テーブル234以外のブロックについては、図12中のブロックと実質的に同一なので、共有帯域制御部232の動作説明をする。

【0185】(1) 履歴値1の初期化  
共有帯域制御部232中の初期化部220は、図49中のステップS170において、履歴値1を初期化して、個別パラメータ管理テーブル131に書き込む。

\*い、大きな遅延が発生する。そこで、全てのONUが通信を停止しても、各ONUに一定以上の帯域が割り当てられるするために、各ONUに割り当てられる帯域が個別共有帯域上限値の比に近づくように履歴値1を算出するパラメータに個別共有帯域及びこの帯域に対する加重値を設けている。尚、この技術的思想は、第1～第9実施形態のそれぞれに適用可能であるが、本実施形態では、第2実施形態に適用した場合を例に説明する。

【0180】図47は、図46中の共有帯域制限部232の機能ブロック図であり、図13中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。パラメータ読み込み部235は、図13中のパラメータ読み込み部132が読み込む各種パラメータに加えて、共通パラメータ管理テーブル234から個別共有帯域上限値に対する加重値を読み込む。

【0181】履歴情報更新部236は、次式(8)に従って履歴値1の計算をして、個別パラメータ管理テーブル131中の履歴値1を更新する。

【0182】

... (8)

【0186】(2) 共有帯域の割り当て

(2-1) 帯域更新タイマ102は、更新帯域周期が経過する毎に、その旨をパラメータ読み込み部235に通知する。

【0187】(2-2) パラメータ読み込み部235は、図49中のステップS172において、共通パラメータ管理テーブル234より、全体帯域(5000)、合計共有帯域上限値(2000)、帯域更新スロット数(1500)、今回割り当てた個別共有帯域に対する加重値(2)、前回算出した履歴値1に対する加重値(6)及び個別共有帯域上限値に対する加重値(1)を読み込む。また、個別パラメータ管理テーブル131より、全てのONU26#ij(j=1～n)について、ONU番号、個別共有帯域上限値、バッファ内情報量及び履歴値1を読み込む。

【0188】(2-3) 不足帯域算出部106は、図49中のステップS174において、全てのONU26#ij(j=1～n)について、全体帯域、帯域更新スロット数及びONU26#ijのバッファ内情報量より、式(2)で表される不足帯域を算出する。

【0189】(2-4) 第1個別共有帯域制限部134は、図49中のステップS176において、各ONU26#ij(j=1～16)について、不足帯域が個別共有帯域上限値を越えている場合は、不足帯域を個別共有帯域上限値に制限する。ONU26#1jの不足帯域が個別共有帯域上限値=1000を越えている場合は、ONU26#1jの不足帯域を個別共有帯域上限値=1

000に制限する。

【0190】(2-5) バッファ内情報量比例割り当て部108は、図49中のステップS178において、以下の処理をする。全てのONU26#ij (j=1~n) について、それに割り当てた不足帯域の合計を算出する。その合計が合計共有帯域上限値より大きい場合は、式(3)で示される帯域補正関数f(x) (x=不足帯域の合計値/合計共有帯域上限値)で求まる係数を求める。そして、各ONU26#ij (j=1~n) について、不足帯域に係数を掛けて、不足帯域の合計が合計共有帯域上限値を越えないように制限して、バッファ内情報量比例分を算出する。

【0191】(2-6) 第2個別共有帯域制限部136は、図49中のステップS180において、各ONU26#ij (j=1~n) について、バッファ内情報量比例分が個別共有帯域上限値を越えている場合は、帯域を個別共有帯域上限値に制限する。この制限された帯域又は制限されていない帯域も、バッファ内情報量比例分の帯域という。

【0192】(2-7) 履歴利用割り当て部110は、図49中のステップS182において、バッファ内情報量比例分と履歴利用分の帯域の合計が合計共有帯域上限値よりも小さい場合、以下の処理をする。履歴利用帯域=合計共有帯域上限値-バッファ内情報量比例分の合計を算出する。バッファ内情報量比例分が個別共有帯域上限値を越えないONU26#ij について、履歴値1の合計を求める。そのONU26#ij について、履歴利用帯域×ONU26#ij の履歴値1/(上記履歴値1の合計)を算出して、履歴利用帯域をONU26#ij の履歴値1に比例するよう配分する。このとき、(バッファ内情報量比例分+履歴利用分)がそのONU26#ij の個別共有帯域上限値を越えないように制限する。

【0193】(2-8) 履歴情報更新部236は、図49中のステップS184において、各ONU26#ij に対して、式(8)に従って、前回算出した履歴値1と今回割り当てられた個別共有帯域(バッファ内情報量比例分+履歴利用分)と個別共有帯域上限値との加重平均値を算出し、履歴値1として個別パラメータ管理テーブル131に書き込む。そして、各ONU26#ij (j=1~n)に割り当てられた個別共有帯域=(バッファ内情報量比例分+履歴利用分)を、共有帯域用ポーリング生成部78に通知する。

【0194】図50は共有帯域の割り当て結果を示す図である。ここでは、ONU#1、#2がSLTに收容されているとする。図50中、最下段の図は横軸に時間、縦軸にONU#1の帯域、中央の図は横軸に時間、縦軸にONU#2のバッファ内情報量、最上段の図は横軸に時間、縦軸にONU#3のバッファ内情報量を示している。最下段の図において、点線が第8実施形態により割

り当てられる帯域、実線は第2実施形態により割り当てられる帯域を示している。また、ONU#1は時刻t1~t4まで通信を停止しており、ONU#2は時刻t2~t3まで通信を停止している。但し、t1<t2<t3<t4である。

【0195】図50の最下段の図に示すように、ONU#1が時刻t1において通信を停止して、バッファ内情報量が0になったのでONU#1に割り当てられる帯域は徐々に減少していく。時刻t2において、ONU#2が通信を開始したので、ONU#2のバッファ内情報量及び履歴値1が増加するため、ONU#2に割り当てられる帯域が増加して、ONU#1に割り当てられる帯域は更に減少し、0に近づく。時刻t3において、ONU#2が通信を停止したので、第2実施形態では、実線に示すようにONU#1には帯域は殆ど割り当てられないが、第8実施形態では、ONU#1とONU#2の個別共有帯域上限値の比率に近づいていく。よって、点線と実線の差分である斜線の分だけONU#1は帯域を早く獲得できる。

【0196】以上説明したように、第8実施形態によれば、第2実施形態と同様の効果がある上に更に以下の効果がある。全てのONUが通信を停止したONUに割り当てられる個別共有帯域帯域は徐々に個別共有帯域上限値の比に近づいて行くので、突然通信を開始しても遅延無しでデータ送信が可能になる。

#### 【0197】第9実施形態

図51は、本発明の第9実施形態によるATM-PON IF部の機能ブロック図であり、図12中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。第9実施形態のATM-PON IF部240は、特定のパラメータについては、共通パラメータ管理テーブル244に記憶せずに予め決められたパラメータ値に固定して、処理をするようにした点で図12中のATM-PON IF部129と異なる。パラメータを固定にすることにより該パラメータに関わるパラメータ読み込み処理等を省略して、アルゴリズムを簡単にすることにより処理速度を向上させるためである。固定値として扱うことの可能なパラメータとしては、第1~第8実施形態で使用されている共通パラメータ管理テーブルに記憶されている全てのパラメータを対象とすることができるが、本実施形態では、履歴値1の算出に関わる、今回割り当てられた個別共有帯域に対する加重値を1、前回算出した履歴値1に対する加重値を0としている。

【0198】図52は、図51中の共有帯域制限部242の機能ブロック図であり、図13中の構成要素と実質的に同一の構成要素には同一の符号を附している。パラメータ読み込み部246は、図13中のパラメータ読み込み部132が読み込む各種パラメータのうち、今回割り当てられた個別共有帯域に対する加重値及び履歴値1に対する加重値の読み込みはしない。履歴情報更新部2

48は、履歴値1=今回割り当てられた個別共有帯域とする。

【0199】図53は、図51中の共通パラメータ管理テーブル244の構成図である。図58に示すように、共通パラメータ管理テーブル244には、図6に示した共通パラメータ管理テーブル74中の今回割り当てた個別共有帯域に対する加重値及び前回算出した履歴値1に対する加重値が記憶されていない。

【0200】図54は、共有帯域制御部242の動作フローチャートである。以下、この図面を参照して、図51のATM-PON 1F部240の動作説明をする。共有帯域制御部242及び共通パラメータ管理テーブル244以外のブロックについては、図12中のブロックと実質的に同一なので、共有帯域制御部242の動作説明をする。

【0201】(1) 履歴値1の初期化  
共有帯域制御部242中の初期化部100は、図54中のステップS190において、履歴値1を初期化して、個別パラメータ管理テーブル131に書き込む。

【0202】(2) 共有帯域の割り当て  
(2-1) 帯域更新タイマ102は、更新帯域周期が経過する毎に、その旨をパラメータ読み込み部245に通知する。

【0203】(2-2) パラメータ読み込み部245は、図54中のステップS192において、共通パラメータ管理テーブル234より、全体帯域(5000)、合計共有帯域上限値(2000)及び帯域更新スロット数(1500)を読み込む。また、個別パラメータ管理テーブル131より、全てのONU26#ij(j=1~n)について、ONU番号、個別共有帯域上限値、バッファ内情報量及び履歴値1を読み込む。

【0204】(2-3) 不足帯域算出部106は、図54中のステップS194において、全てのONU26#ij(j=1~n)について、全体帯域、帯域更新スロット数及びONU26#ijのバッファ内情報量より、式(2)で表される不足帯域を算出する。

【0205】(2-4) 第1個別共有帯域制限部134は、図54中のステップS196において、各ONU26#ij(j=1~n)について、不足帯域が個別共有帯域上限値を越えている場合は、不足帯域を個別共有帯域上限値に制限する。ONU26#1jの不足帯域が個別共有帯域上限値=1000を越えている場合は、ONU26#1jの不足帯域を個別共有帯域上限値=1000に制限する。

【0206】(2-5) バッファ内情報量比例割り当て部108は、図54中のステップS198において、以下の処理をする。全てのONU26#ij(j=1~n)について、それに割り当てた不足帯域の合計を算出する。その合計が合計共有帯域上限値より大きい場合は、式(3)で示される帯域補正関数f(x)(x=不

足帯域の合計値/合計共有帯域上限値)で求まる係数を求める。そして、各ONU26#ij(j=1~n)について、不足帯域に係数を掛けて、不足帯域の合計が合計共有帯域上限値を越えないように制限して、バッファ内情報量比例分を算出する。

【0207】(2-6) 第2個別共有帯域制限部136は、図54中のステップS200において、各ONU26#ij(j=1~n)について、バッファ内情報量比例分が個別共有帯域上限値を越えている場合は、帯域を個別共有帯域上限値に制限する。この制限された帯域又は制限されていない帯域も、バッファ内情報量比例分の帯域という。

【0208】(2-7) 履歴利用割り当て部110は、図54中のステップS202において、バッファ内情報量比例分の合計が合計共有帯域上限値よりも小さい場合、以下の処理をする。履歴利用帯域=合計共有帯域上限値-バッファ内情報量比例分の合計を算出する。バッファ内情報量比例分が個別共有帯域上限値を越えないONU26#ijについて、履歴値1の合計を求める。そのONU26#ijについて、履歴利用帯域×ONU26#ijの履歴値1/(上記履歴値1の合計)を算出して、履歴利用帯域をONU26#ijの履歴値1に比例するよう配分する。このとき、(バッファ内情報量比例分+履歴利用分)がそのONU26#ijの個別共有帯域上限値を越えないように制限する。

【0209】(2-8) 履歴情報更新部112は、図545中のステップS204において、各ONU26#ij(j=1~n)に対して、今回割り当てられた個別共有帯域(バッファ内情報量比例分+履歴利用分)を履歴値1として個別パラメータ管理テーブル131に書き込む。そして、各ONU26#ij(j=1~n)に割り当てられた個別共有帯域=(バッファ内情報量比例分+履歴利用分)を、共有帯域用ポーリング生成部78に通知する。

【0210】以上説明したように、第9実施形態によれば、第2実施形態と同様の効果がある上に以下の効果がある。アルゴリズムが簡単になるので処理速度が上がる。また、パラメータが減るため設定がやさしくなる。

【0211】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、不足帯域割り当て後に余った共有帯域を過去の共有帯域の加重平均値に比例した帯域分配がされるので、割り当てられる共有帯域が急激に変化することがなくなる。また、個別共有帯域上限値を越えて帯域を割り当てないので、ONU間の公平性が担保できる。更に、最低保証帯域を考慮して帯域を割り当てるので、最低帯域保証を必要とするサービスにも対応できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理図である。

【図2】本発明の実施形態のネットワークを示す図であ

る。

【図 3】図 2 中の S L T を示す図である。

【図 4】本発明の第 1 実施形態による A T M - P O N  
I F 部の機能ブロック図である。

【図 5】図 4 中の共通パラメータ管理テーブルの構成図である。

【図 6】図 4 中の個別パラメータ管理テーブルの構成図である。

【図 7】図 4 中の共有帯域制御部の機能ブロック図である。

【図 8】共有帯域制御部の動作フローチャートである。

【図 9】係数を示す図である。

【図 10】共有帯域の帯域配分を示す図である。

【図 11】共有帯域の割り当て結果の一例を示す図である。

【図 12】本発明の第 2 実施形態による A T M - P O N  
I F 部の機能ブロック図である。

【図 13】図 12 中の共有帯域制御部の機能ブロック図である。

【図 14】図 12 中の個別パラメータ管理テーブルの構成図である。

【図 15】共有帯域制御部の動作フローチャートである。

【図 16】本発明の第 3 実施形態による A T M - P O N  
I F 部の機能ブロック図である。

【図 17】図 16 中の共有帯域制御部の機能ブロック図である。

【図 18】図 16 中の個別パラメータ管理テーブルの構成図である。

【図 19】共有帯域制御部の動作フローチャートである。

【図 20】本発明の第 4 実施形態による A T M - P O N  
I F 部の機能ブロック図である。

【図 21】図 20 中の共有帯域制御部の機能ブロック図である。

【図 22】係数を示す図である。

【図 23】図 20 中の共通パラメータ管理テーブルの構成図である。

【図 24】共有帯域制御部の動作フローチャートである。

【図 25】共有帯域の帯域配分を示す図である。

【図 26】本発明の第 5 実施形態による A T M - P O N  
I F 部の機能ブロック図である。

【図 27】図 26 中の共有帯域制御部の機能ブロック図である。

【図 28】係数を示す図である。

【図 29】図 26 中の共通パラメータ管理テーブルの構成図である。

【図 30】共有帯域制御部の動作フローチャートである。

【図 31】共有帯域の帯域配分を示す図である。

【図 32】本発明の第 6 実施形態による A T M - P O N  
I F 部の機能ブロック図である。

【図 33】図 32 中の共有帯域制御部の機能ブロック図である。

【図 34】図 32 中の個別パラメータ管理テーブルの構成図である。

【図 35】係数を示す図である。

【図 36】共有帯域制御部の動作フローチャートである。

【図 37】共有帯域の帯域配分を示す図である。

【図 38】最低保証帯域比例分の割り当て結果の一例を示す図である。

【図 39】本発明の第 7 実施形態による A T M - P O N  
I F 部の機能ブロック図である。

【図 40】図 39 中の共有帯域制御部の機能ブロック図である。

【図 41】図 39 中の共通パラメータ管理テーブルの構成図である。

【図 42】図 39 中の個別パラメータ管理テーブルの構成図である。

【図 43】共有帯域制御部の動作フローチャート (I) である。

【図 44】共有帯域制御部の動作フローチャート (I I) である。

【図 45】最低保証帯域比例分の割り当て結果の一例を示す図である。

【図 46】本発明の第 8 実施形態による A T M - P O N  
I F 部の機能ブロック図である。

【図 47】図 46 中の共有帯域制御部の機能ブロック図である。

【図 48】図 46 中の共通パラメータ管理テーブルの構成図である。

【図 49】共有帯域制御部の動作フローチャートである。

【図 50】共有帯域の割り当て結果を示す図である。

【図 51】本発明の第 9 実施形態による A T M - P O N  
I F 部の機能ブロック図である。

【図 52】図 51 中の共有帯域制御部の機能ブロック図である。

【図 53】図 51 中の共通パラメータ管理テーブルの構成図である。

【図 54】共有帯域制御部の動作フローチャートである。

【図 55】従来の共有帯域の割り当てを示す図である。

【符号の説明】

2 # i ( i = 1 ~ n ) 端末装置

3 S L T

4 バッファ内情報量受信部

50 6 不足帯域算出部

- 8 個別パラメータ管理テーブル  
10 パッファ内情報量利用割り当て部  
12 履歴利用割り当て部

- 1 4 履歴値更新部  
1 6 共有帯域用ポーリング生成部  
1 8 ポーリング情報送信部

【図 1】

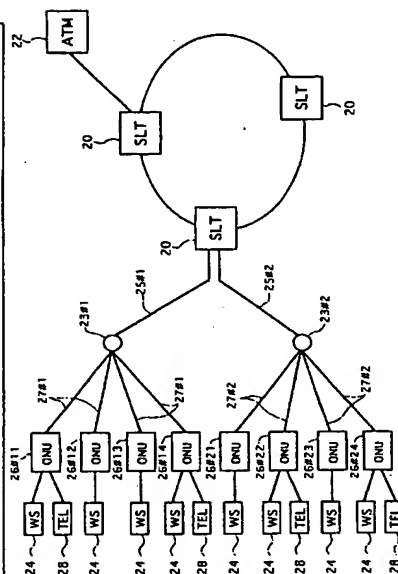
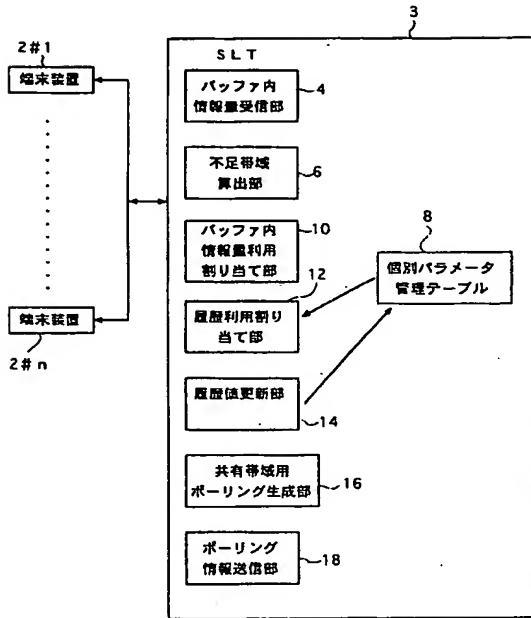
【図 2】

【☒ 1 1】

## 本発明の原理図

## 本発明の実施形態のネットワーク

### 共通帯域の割り当て結果（一例）



バックアップ内積算量				割り当て率・リソース量			
onu0	onu1	onu2	onu4	onu0	onu1	onu2	onu4
51	225	270	0	942	1273	1049	528
55	136	71	0	1007	1284	948	552
51	33	74	0	1023	1230	979	560
32	61	86	0	1000	1245	995	551
37	37	52	0	1059	1220	969	544
276	0	66	0	1207	1127	944	513
376	0	72	0	1319	1067	919	487
387	0	56	0	1387	1038	895	472
319	0	77	0	1390	1021	915	465
214	0	59	0	1369	1031	923	469

【図 6】

【図 3】

【図 5】

図4中の個別パラメータ管理テーブル

図2中のSLT

図4中の共通パラメータ管理テーブル

ATM-PON IF部	40
ATM-PON IF部	40
⋮	
多重化部	42
スイッチ部	44
網側IF部	46
網側IF部	46
⋮	

アドレス	パラメータ	設定値
#1	全体領域	5000
#2	会計共有等項上級数	2000
#3	帯域更新スロット数	1500
#4	今回割り当てた個別共有帯域に対する加重値	1
#5	前回割り出した重層第1に対する加重値	3

アドレス	ONU番号	固定帯域	バッファ内 情報量	履歴値1
#1	1	800	203	230
#2	2	200	4	39
#3	3	400	30	50
----	----	----	----	----

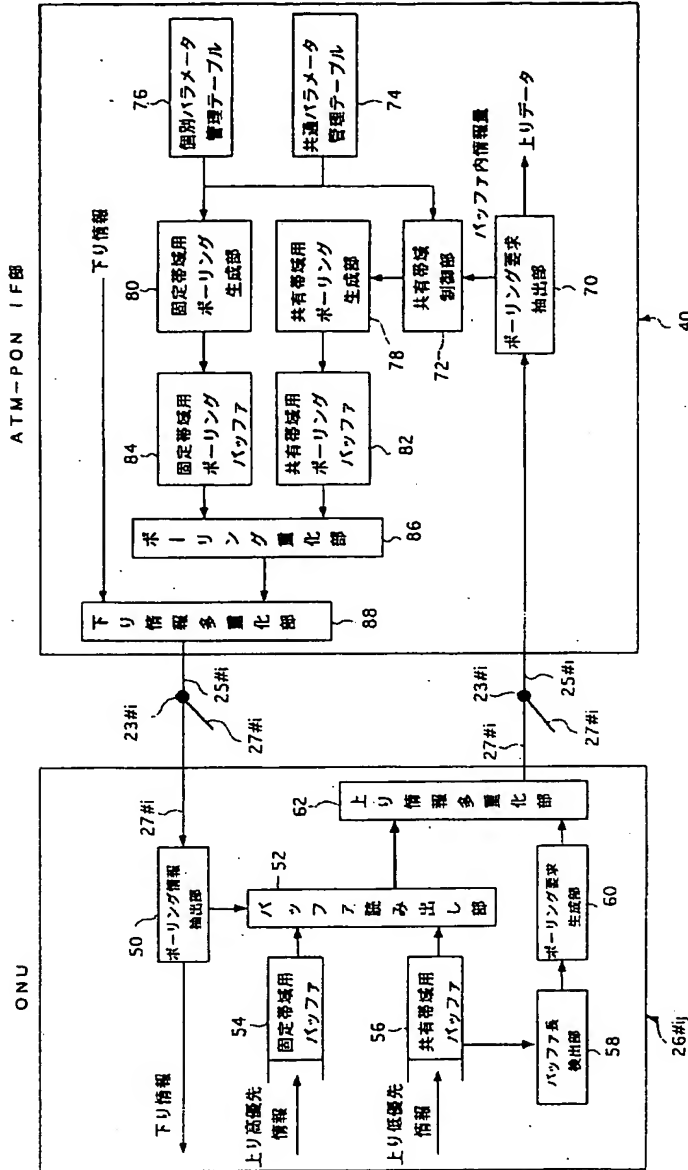
【图 38】

最低保証帯域比例分の割り当て結果（一例）

	パツパ内 積算量	不足郡域	最低保証 郡域	許可郡域	3000への 換算
ONU1	400	1928	2000	1928(1928<2000 ○)	835
ONU2	800	3857	3000	3000(3857>3000 ×)	1299
ONU3	0	0	3000	0(0<3000 ○)	0
ONU4	3450	16151	2000	2000(16151>2000 ×)	866

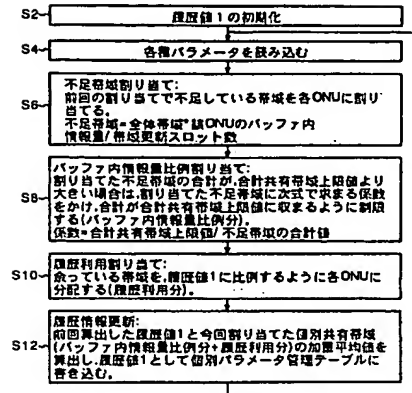
【図4】

## 本発明の第1実施形態によるATM-PON IF部



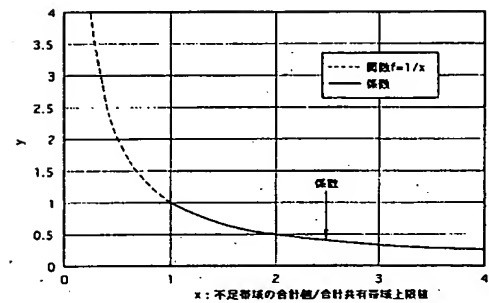
【図8】

## 共有帯域制御部の動作フローチャート



【図9】

## 係数を示す図



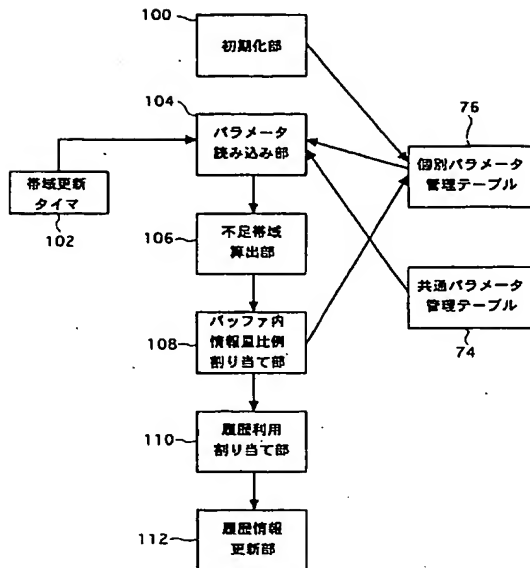
【図53】

## 図51中の共通パラメータ管理テーブル

アドレス	パラメータ	設定値
#1	全体帯域	5000
#2	合計共有帯域上限値	2000
#3	帯域更新スロット数	1500

【図7】

図4中の共有帯域制御部



【図14】

図12中の個別パラメータ管理テーブル

アドレス	ONU番号	固定帯域	個別共有帯域上限値	バッファ内情報量	履歴値1
#1	1	800	1000	203	230
#2	2	200	800	4	39
#3	3	500	400	30	50
....	....	....	....	....	....

131

【図23】

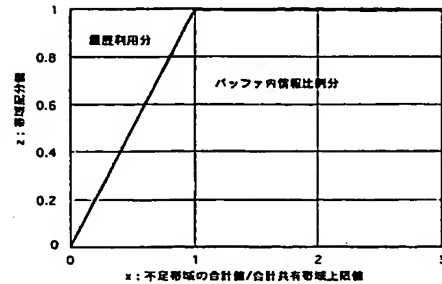
図20中の共通パラメータ管理テーブル

アドレス	パラメータ	設定値
#1	全体帯域	5000
#2	合計共有帯域上限値	2000
#3	帯域更新スロット数	1500
#4	CMA X	10
#5	今回割り当てた個別共有帯域に対する加重係	1
#6	前回算出した履歴値1に対する加重係	3

172

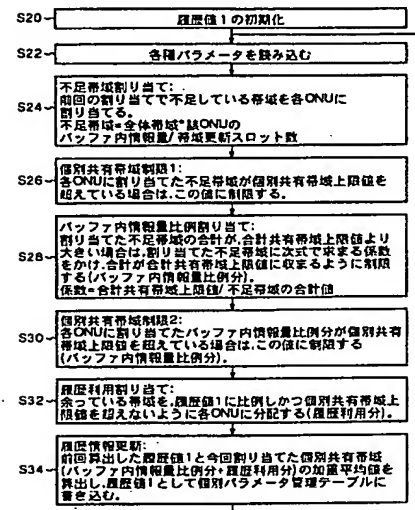
【図10】

共有帯域の帯域配分を示す図



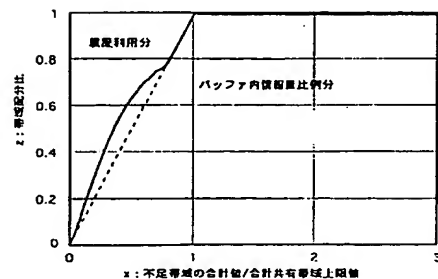
【図15】

共有帯域制御部の動作フローチャート



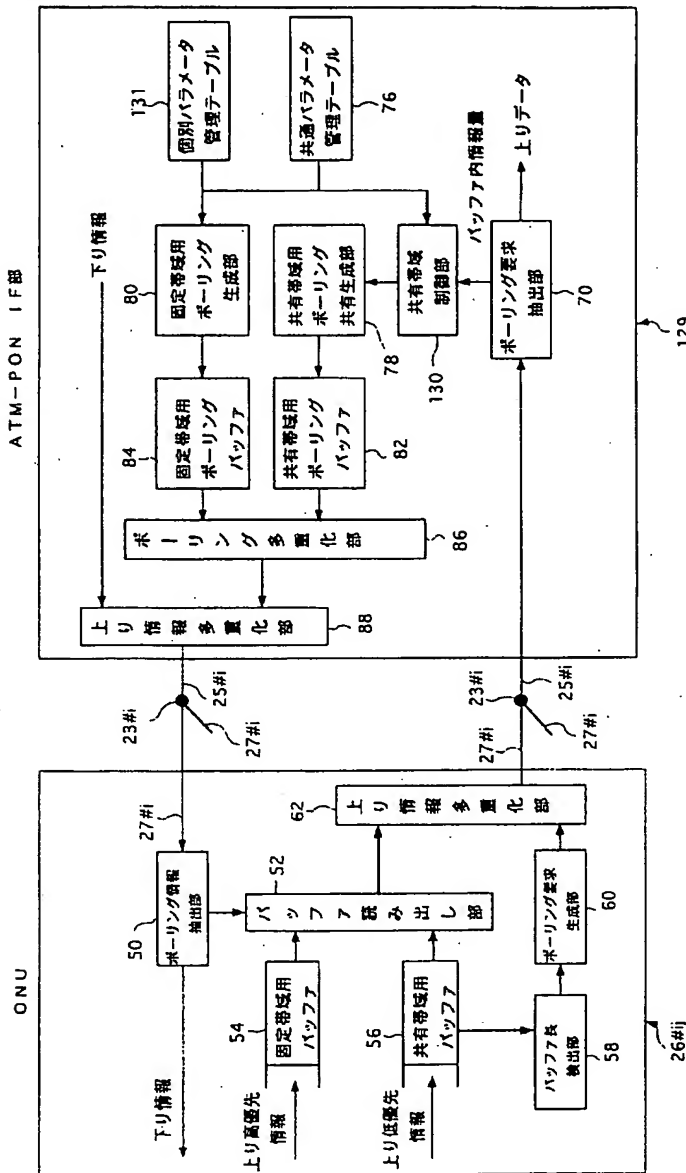
【図25】

共有帯域の帯域配分



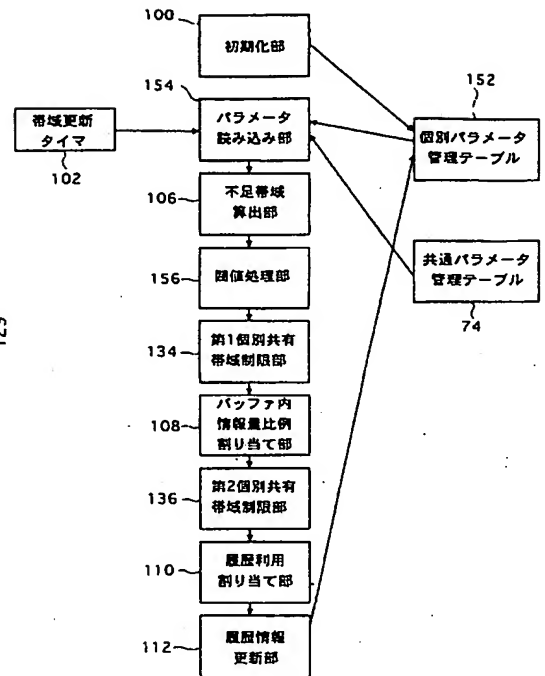
【図12】

本発明の第2実施形態によるATM-PON IF部



【図17】

図16中の共有帯域制御部



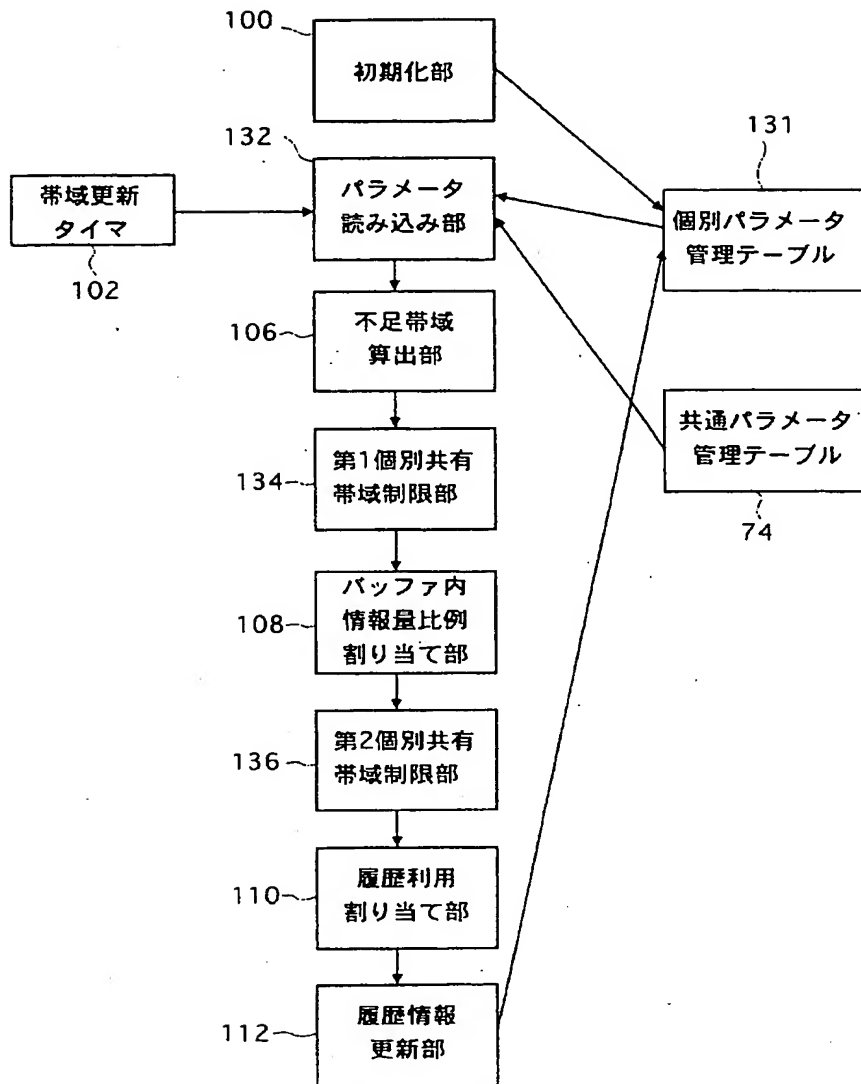
【図18】

図16中の個別パラメータ管理テーブル

アドレス	ONU番号	固定帯域	個別共有帯域上限値	バッファ内情報量	履歴値1	履歴値2
#1	1	800	1000	203	230	120
#2	2	200	800	4	39	80
#3	3	500	400	120	50	100
...	...	...	...	...	...	...

【図13】

図12中の共有帯域制御部



【図34】

図32中の個別パラメータ管理テーブル

アドレス	ONU番号	固定帯域	個別共有帯域上限値	最低保証帯域	バッファ内情報量	履歴値1
#1	1	800	1000	300	400	230
#2	2	200	800	200	120	39
#3	3	500	400	200	320	50
...	...	...	...	...	...	...

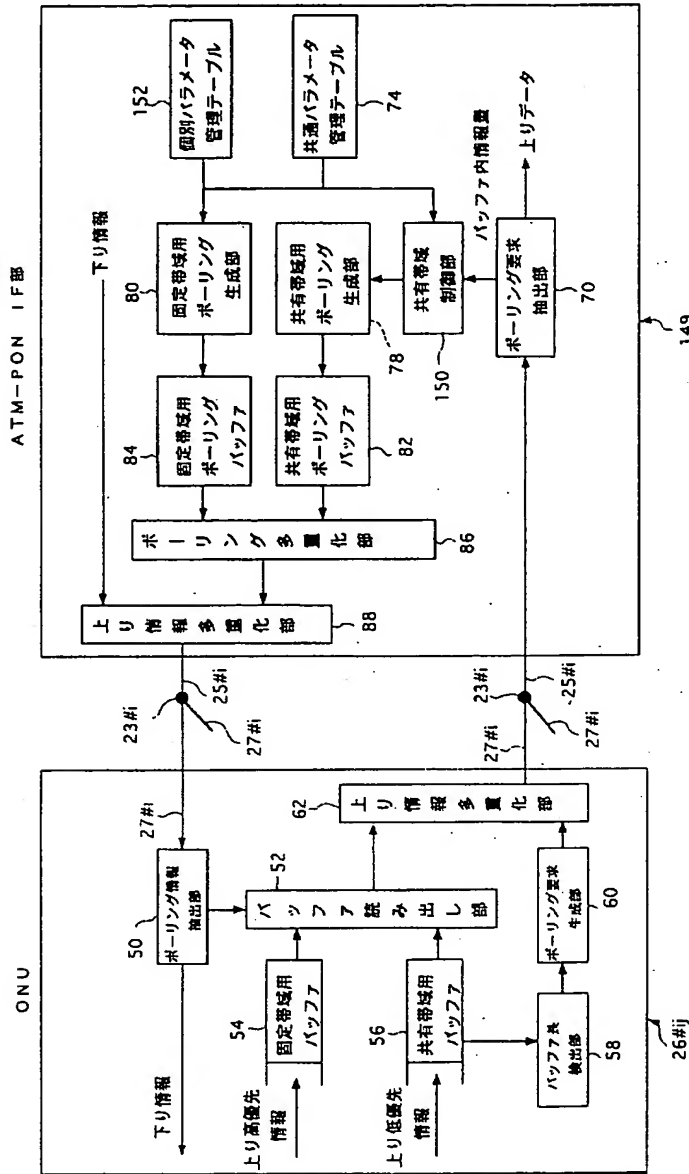
【図42】

図39中の個別パラメータ管理テーブル

アドレス	ONU番号	固定帯域	個別共有帯域上限値	変動許容率(%)	履歴値1	履歴値2
#1	1	800	900	12	230	39
#2	2	200	800	32	39	50
#3	3	500	470	21	50	...
...	...	...	...	...	...	...

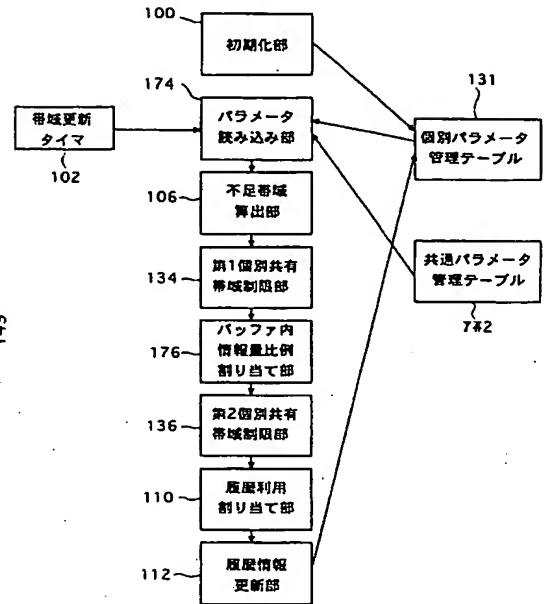
【図16】

本発明の第3実施形態によるATM-PON IF部



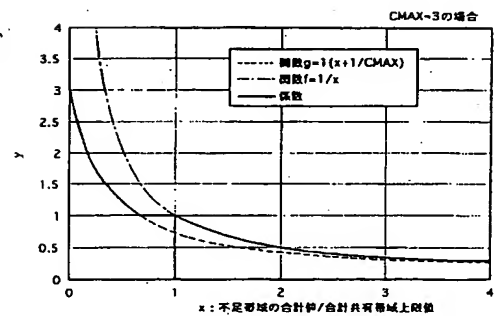
【図21】

図20中の共有帯域制御部



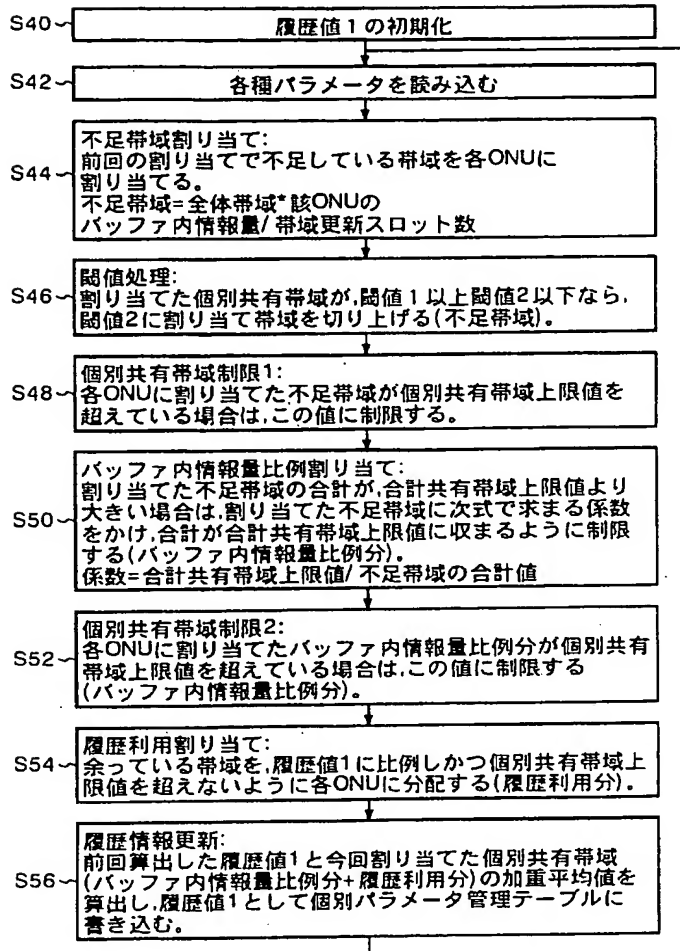
【図22】

係数を示す図



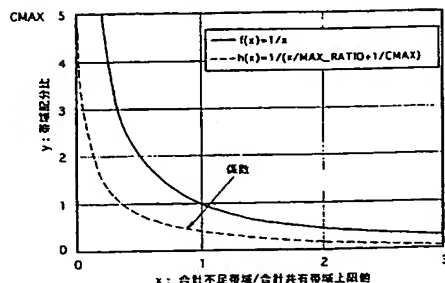
【図19】

## 共有帯域制御部の動作フローチャート



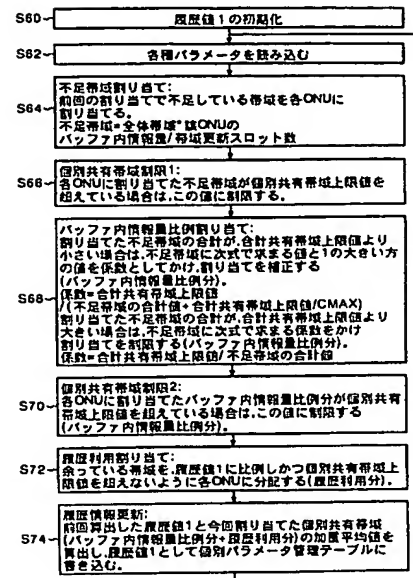
【図28】

係数を示す図



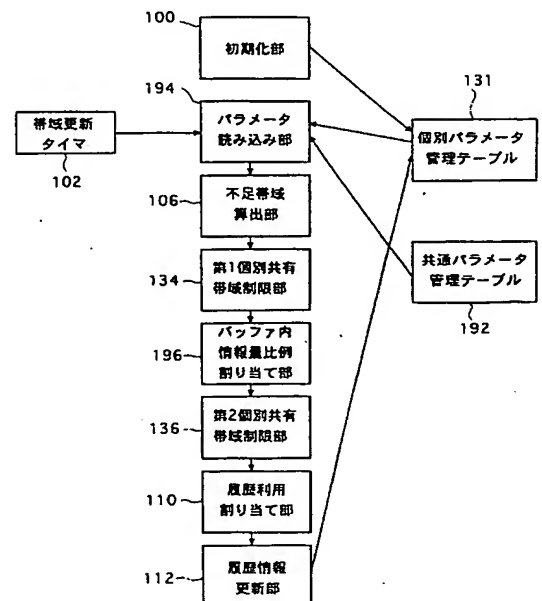
【図24】

## 共有帯域制御部の動作フローチャート



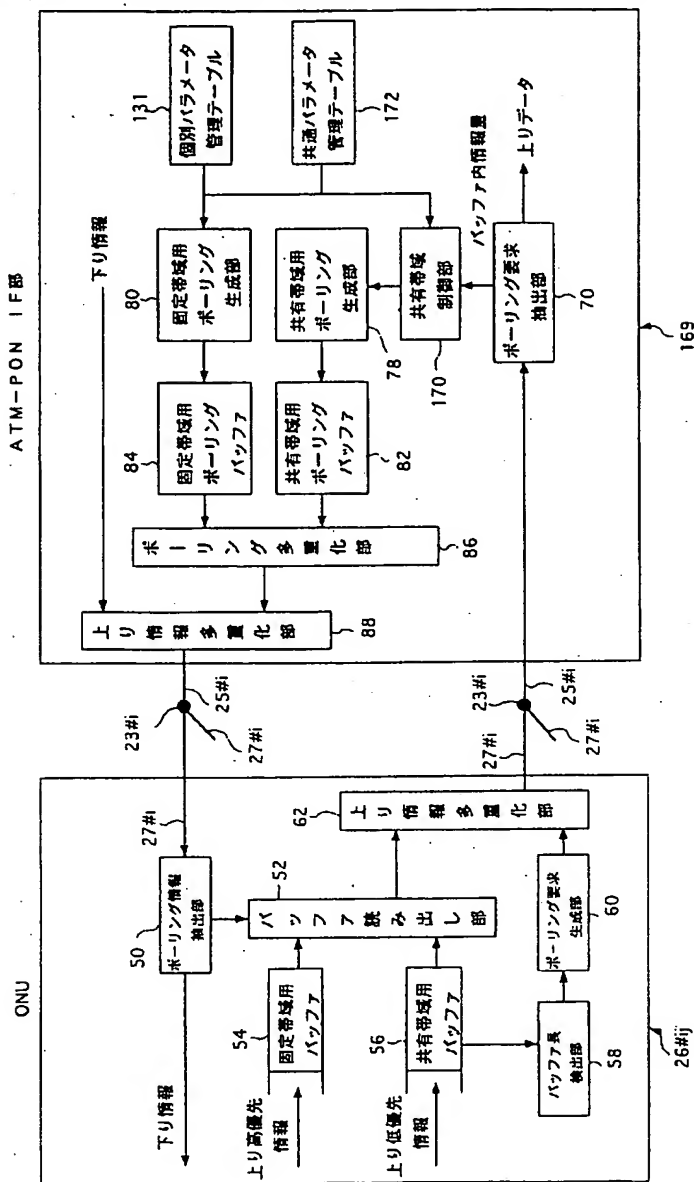
【図27】

図26中の共有帯域制御部



【図20】

## 本発明の第4実施形態によるATM-PON IF部



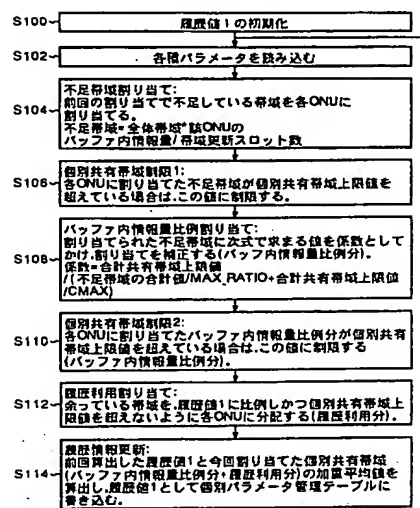
【図29】

図26中の共通パラメータ管理テーブル

アドレス	パラメータ	設定値
#1	全体帯域	5000
#2	合計共有帯域上限値	2000
#3	帯域更新スロット数	1500
#4	C MAX	5
#5	今回割り当てた個別共有帯域に対する加重値	1
#6	前回算出した履歴値1に対する加重値	3
#7	MAX_RATIO	0.5

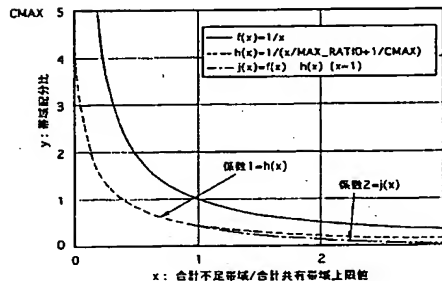
【図30】

共有帯域制御部の動作フローチャート



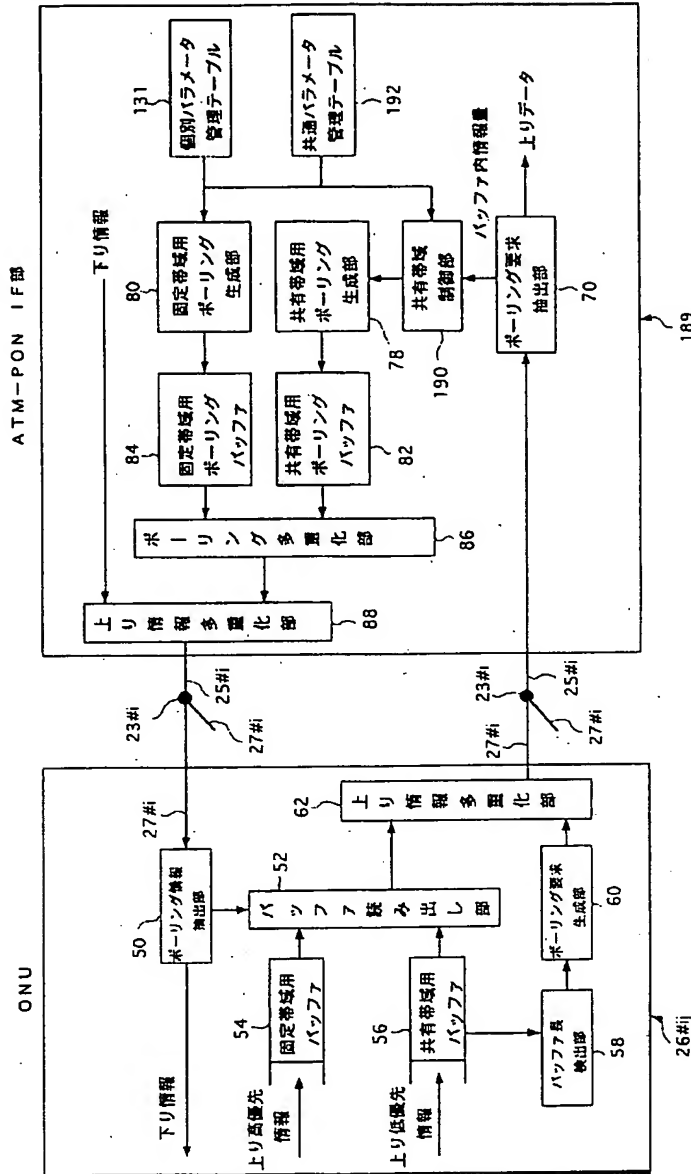
【図35】

係数を示す図



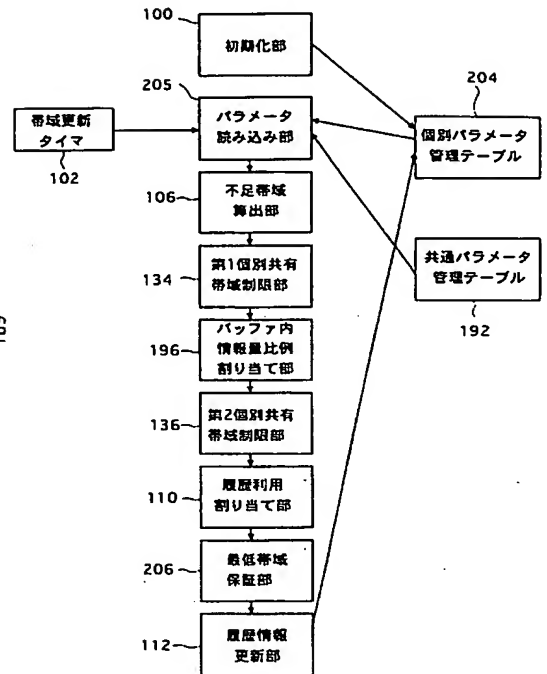
【図 26】

本発明の第5実施形態によるATM-PON IF部



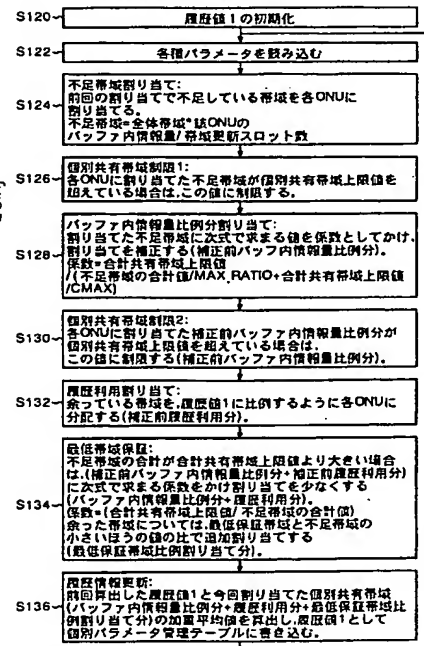
【図 33】

図32中の共有帯域制御部



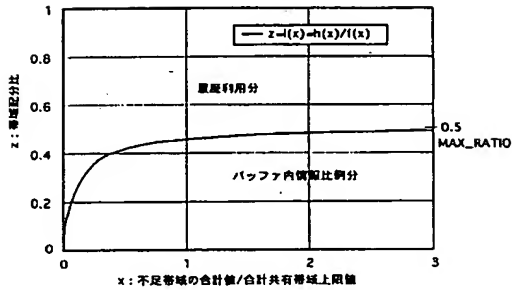
【図 36】

共有帯域制御部の動作フローチャート



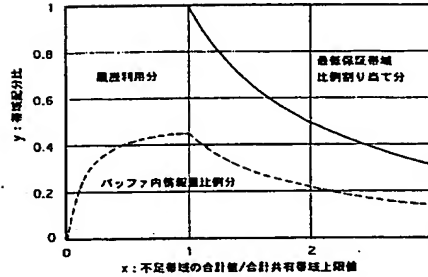
【図31】

共有帯域の帯域配分



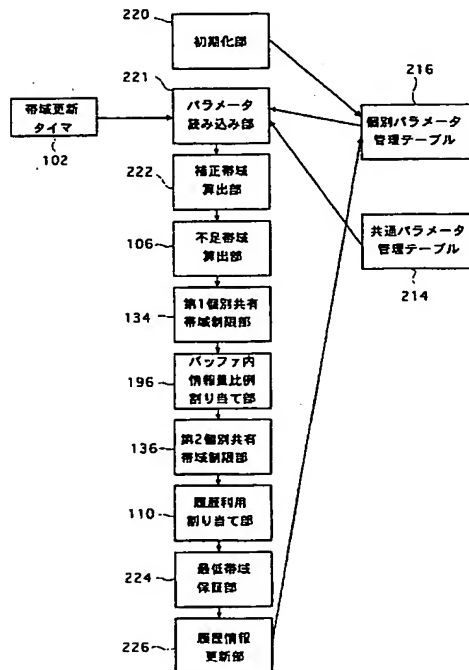
【図37】

共有帯域の帯域配分



【図40】

図39中の共有帯域制御部



【図41】

図39中の共通パラメータ管理テーブル

アドレス	パラメータ	設定値
#1	全体帯域	5000
#2	合計共有帯域上限値	2000
#3	帯域更新スロット数	1500
#4	今回割り当てた個別共有帯域に対する加重値 (帯域1用)	1
#5	前回割り出した帯域値1に対する加重値 (帯域1用)	3
#6	今回割り当てた個別共有帯域に対する加重値 (帯域2用)	1
#7	前回割り出した帯域値2に対する加重値 (帯域2用)	9
#8	C MAX	5
#9	MAX_RATIO	0.5

【図45】

最低保証帯域比の割り当て結果 (一例)

3000への加重	許可帯域	補正帯域	帯域値2	最低保証帯域	不足帯域	バッファ内情報量
900	1928 (1928-2000 O)	2100	1900	2000	1928	400
1250	2700 (3957-2700 X)	2700	3500	3000	3857	800
0	0 (0<3000 O)	3300	600	3000	0	0
840	1800 (16151>1800 X)	1800	3000	2000	16151	3450

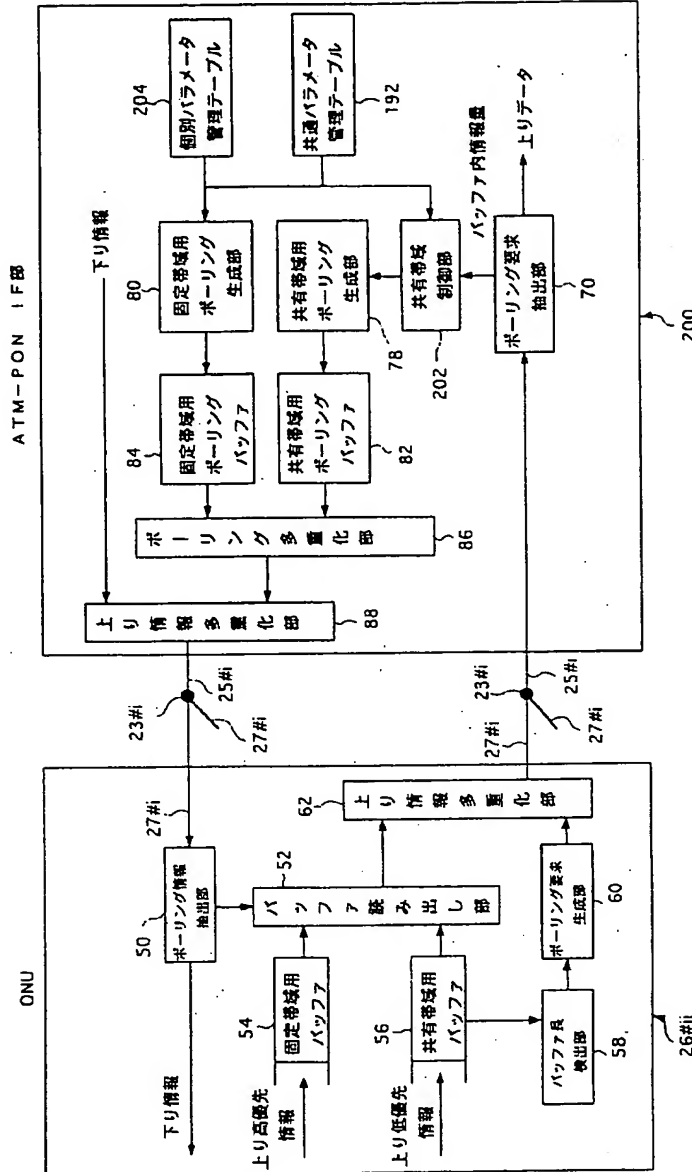
【図48】

図46中の共通パラメータ管理テーブル

アドレス	パラメータ	設定値
#1	全体帯域	5000
#2	合計共有帯域上限値	2000
#3	帯域更新スロット数	1500
#4	今回割り当てた個別共有帯域に対する加重値	2
#5	前回割り出した帯域値1に対する加重値	6
#6	個別共有帯域上限値に対する加重値	1

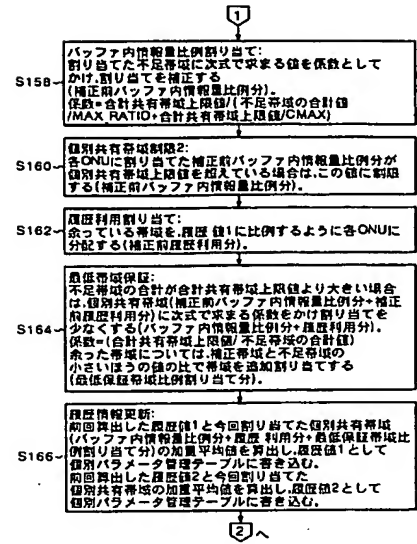
【図32】

## 本発明の第6実施形態によるATM-PON I F部



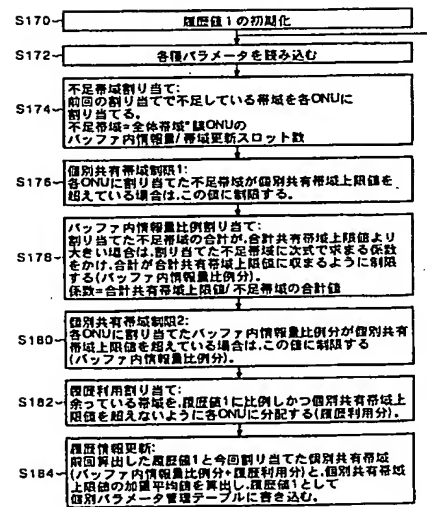
【図44】

## 共有帯域制御部の動作フローチャート(Ⅱ)



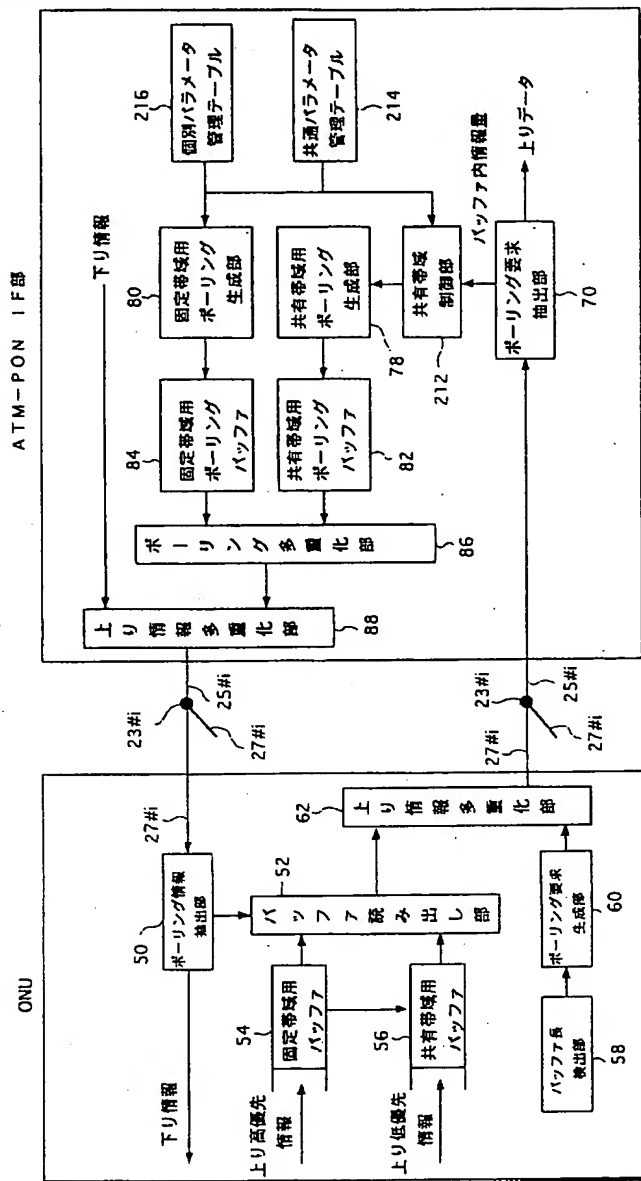
【図49】

## 共有帯域制御部の動作フローチャート



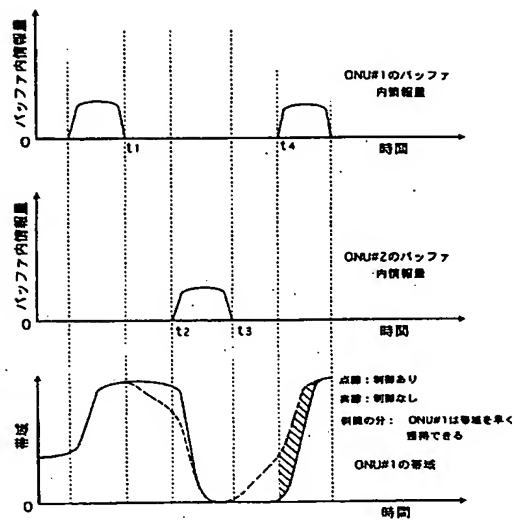
【図39】

本発明の第7実施形態によるATM-PON I/F部



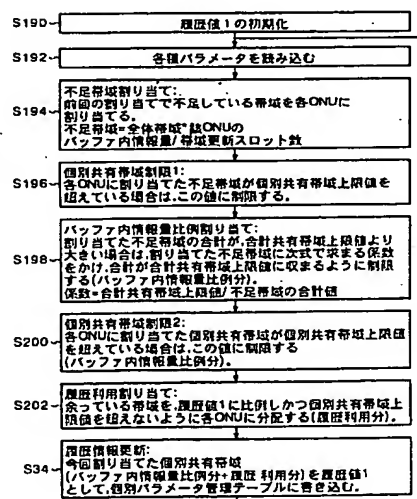
【図50】

共有帯域の割り当て結果



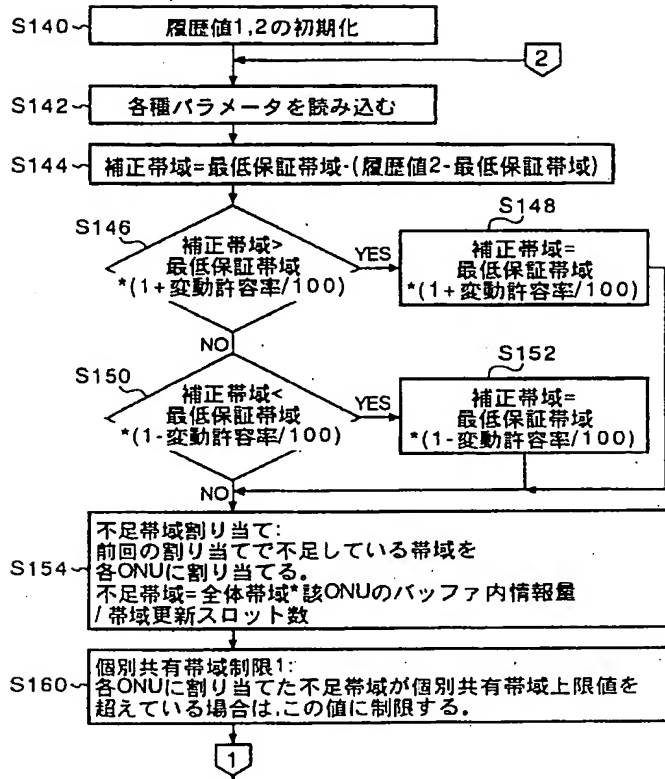
【図54】

共有帯域制御部の動作フローチャート



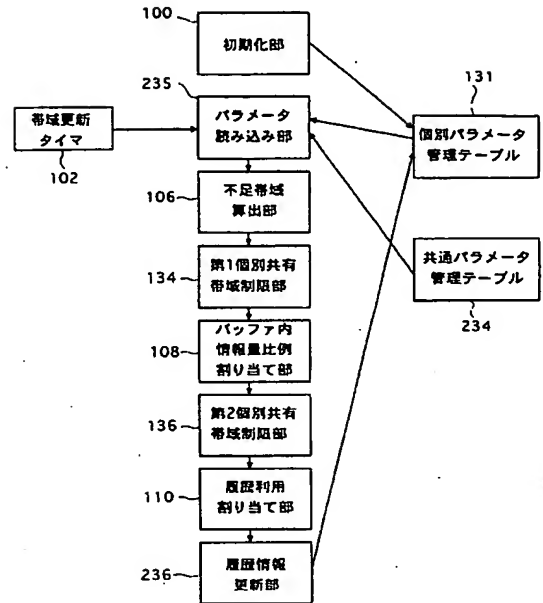
【図43】

## 共有帯域制御部の動作フローチャート (I)



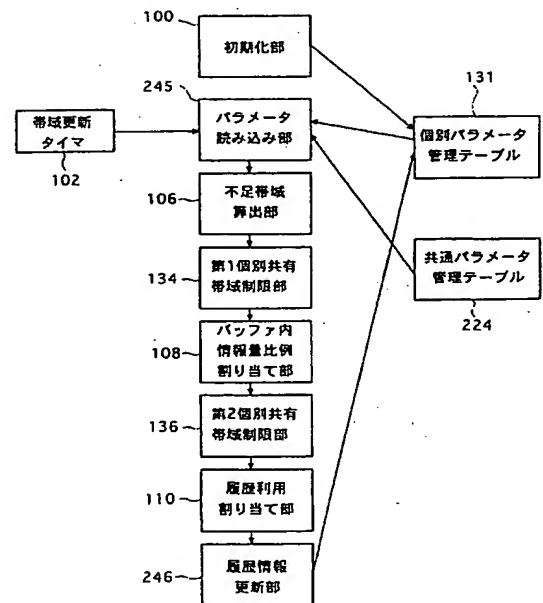
【図47】

## 図46中の共有帯域制御部



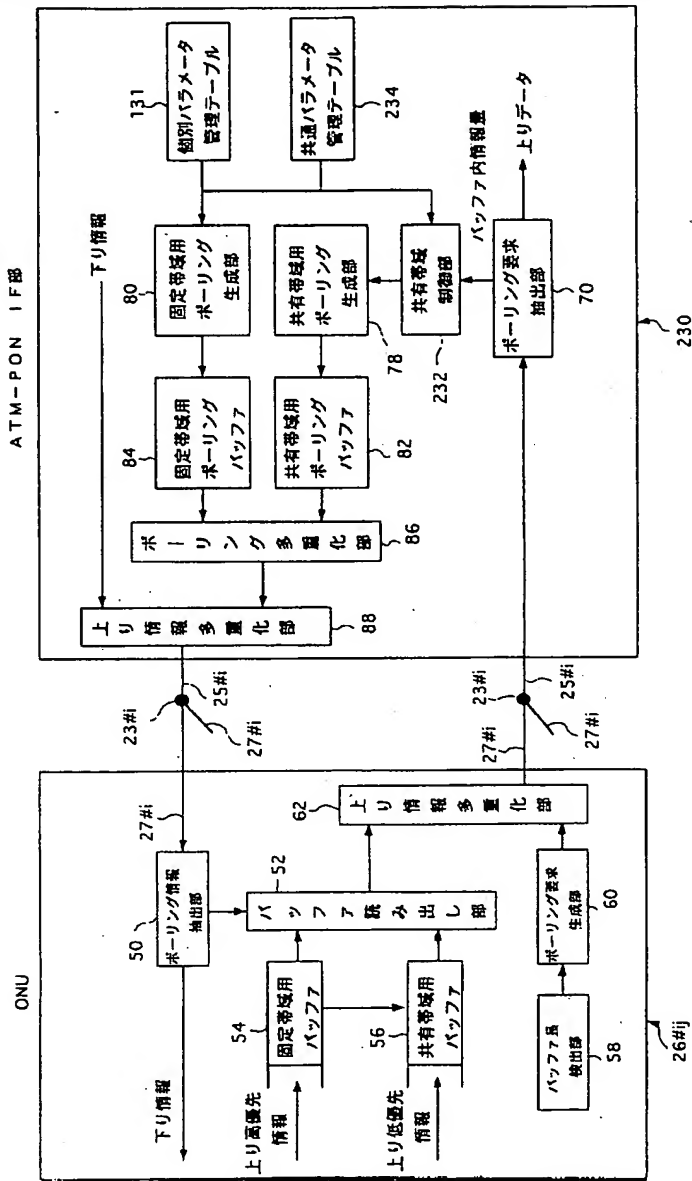
【図52】

## 図51中の共有帯域制御部



【図46】

本発明の第8実施形態によるATM-PON IF部



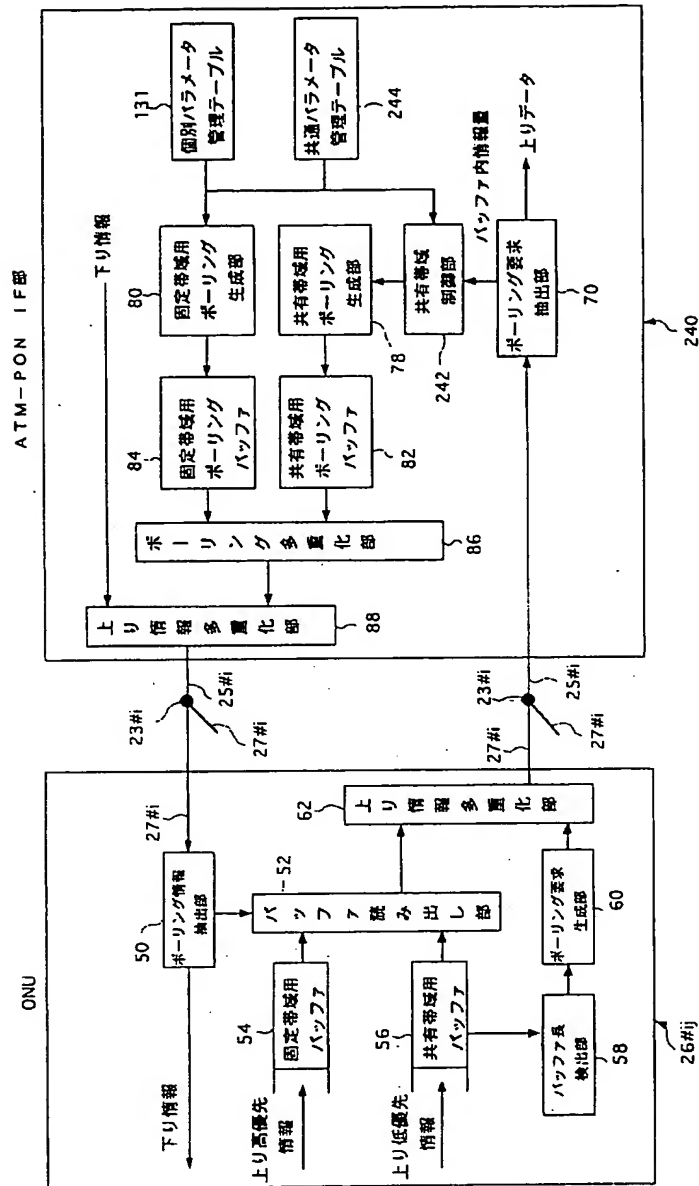
【図55】

従来の共有帯域の割り当て結果 (一例)

パケット抽出部		割り当て帯域幅			
onu0	onu1	onu2	onu3	onu4	onu5
1	101	0	0	72	3648
534	2	0	0	3757	21
0	360	0	0	3762	10
563	2	0	0	3757	21
0	383	0	0	9	3765
379	1	0	0	3752	20
1	556	0	0	12	3768
348	1	0	0	3748	22
0	332	0	0	12	3756
365	1	0	0	3752	20

【図51】

## 本発明の第9実施形態によるATM-PON I/F部



フロントページの続き

(72)発明者 宮部 正剛  
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
 1号 富士通株式会社内

(72)発明者 山下 治雄  
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
 1号 富士通株式会社内

Fターム(参考) 5K030 GA08 HA10 HB13 HB14 HD02  
JA02 JA08 JL03 JL08 KA04  
KA05 LC06 LC08  
5K033 AA09 CA12 CB01 DA01 DA15  
DB02 DB13 DB17 DB22  
9A001 CC03 KZ56